最適な間取りのサイズに関して

――非線形計画法による最適解の算出――

古　川　博　仁*

About The Optimal Size of The Room Planning

―― The Optimal Solution by The Nonlinear Programming ――

Hirohito FURUKAWA

Key words：非線形計画法　nonlinear programming，最適解　optimal solution，ソルバー　solver，感度解析　sensitivity analysis，間取り　room planning

1.　は　じ　め　に

著者はすでに前報[1,2]において，グラフ理論を用いて間取りと動線に関する考察を行った。前報では次のような仮説について検討した。

（仮説１）「最適な動線は完全木である」

（仮説２）「DEMATEL 法は，ゾーニングと動線の適切性を同時に検証する方法である」

これ等の論文は「インテリア計画」の立場から，「より適切な間取り図」の作成の一つとして，「グラフ理論を援用した間取り図の作図法」を提案しものである。この手法は，第１段階で「ドロネー図とボロノイ図の関係」を「ゾーニングと間取り図の関係」に援用し，第２段階では，それで得られた間取り図（ラフ）から不自然なところを「最適な動線は完全木である」という仮説に基づいて改良し，「より適切な間取り図」に仕上げていく方法である。この手法のポイントは「適切なゾーニング」であり，前報[1]ではこれ等の仮説によって推奨された間取りの一例として図１を得た。しかしながら，この取り組みには具体的な部屋のサイズに関する検討が残されていた。現在，100 m^2 マンションが普及しており，本論文では，図１に 10 m×10 m＝100 m^2 を対象に，やや改良を加えて図２のようなモデルで間取りサイズの解析を試みた。解析方法は，サイズを最適解とした場合の非線形計画法[3,4]で行うことにし，その成果を報告する。

2.　ゾーニングと動線計画のポイント

A：LDK

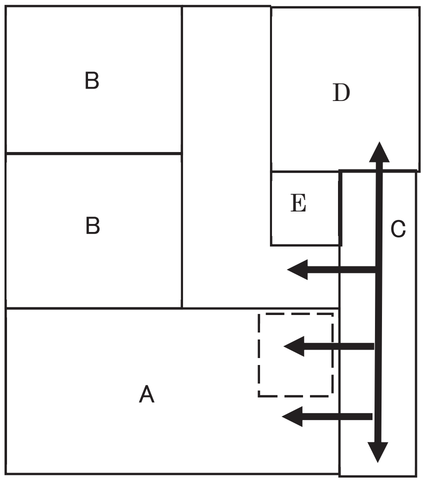

図１　間取り図

B：子供室・祖母室

C：洗面・浴室・ウォークイン・クローゼット

D：夫婦室

E：トイレ

間取りサイズの解析に先だって，ゾーニング[1]と動線計画[1]のポイントを確認する。

ゾーニングは，次のように大きく４つに分類される。

（ａ）パブリックゾーン……居間（L），食事室（D）

（ｂ）プライベートゾーン……夫婦室，子供部屋，クローゼットなど

（ｃ）サニタリー・水回りゾーン……トイレ，浴室，洗面，洗濯，キッチン（K）など

（ｄ）ジョイントゾーン……玄関，玄関ホール，廊下など

---

* 広島文化学園短期大学コミュニティ生活学科

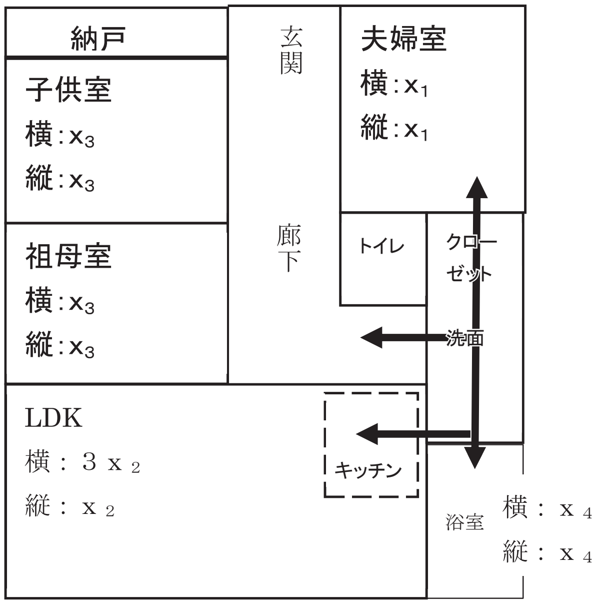

図２　やや改良を加えた間取り図（10 m×10 m＝100 m^2 マンション）

ゾーニングのポイントは，「建物の水回りを一箇所にまとめること」，「できるだけ廊下などジョイント部の面積を少なくすること」，「家族の団欒を中心とした間取りとすること」などにより効率的な間取りを可能とすることである。間取りサイズの解析は，図１にさらに２つの改良えて図２で行うことにした。具体的には，

・夫婦室，ウォークイン・クローゼット，洗面（化粧室），洗濯，浴室までを１本の動線で貫き，そこから他へ移動する 5 way の動線を 4 way に変更した。その理由は図２に示す様に浴室を右下に設けた為である。

・玄関横に納戸を設けたこと，その理由はシューズやエクステリア関係の小物などを収納する為である。

次に，動線計画に関して，住空間の動線は大きく４つに分類される。

（ａ）家事動線……これはさらに洗濯動線，キッチン動線に分けられる。家事動線のスタイルとしては 4 way 方式，5 way 方式などがある。

（ｂ）家族個々の生活動線……家族を構成する個々人の動線，家族の団欒を目的とした動線，通勤・帰宅時における動線（これを特に通勤動線という）のことであり，リビングをわざと通過するように仕向けた通勤動線，ウォークイン・クローゼットを通路の一部として通過するようにしたウォークスルー型通勤動線，家族とのふれあいや利便性を追求した回遊型の生活動線など，様々な形態が考案されている。

（ｃ）衛生動線……トイレ，浴室，洗面・化粧室などと寝室や各自の居室を結ぶ動線で，それぞれトイレ動線，入浴動線などといわれている。

（ｄ）来客動線……来客動線は家事動線，生活動線，衛生動線とは交わらない方がよいとされている。来客が化粧室を利用する場合にも，生活動線，家事動線とは別のルートを採ることが理想とされている。

本論文でいう「最適な動線」のポイントは，

（ａ）各室への連結がスムーズであること

（ｂ）動線は単純明快で，なるべく短く採ること

（ｃ）異種類の動線は出きるだけ交差させないこと

（ｄ）移動頻度の高い動線は短く採り，その場所はできるだけゆとりをもたせること

である。これ等は，「出来るだけ沢山の部屋を，交差がなく少ない枝数の動線で連結すること」に置き換えることができ，これにより前報[1] ではグラフ理論を援用して「最適な動線は完全木である」という結果を得た。

3. 非 線 形 計 画

本論文の目的は，図２の間取りを 10 m×10 m＝100 m^2 マンションに見立てて，各部屋の具体的なサイズを非線形計画問題の最適解として求めることである。

それぞれの部屋のサイズを図２に示す様に x_1～x_4 で表わすことにする。

非線形計画問題とは線形でない目的関数と制約条件を設定してその最適解を求める問題であり，本論文の間取りサイズの解析では，次のような問題として提示した。

最小化したい目的関数

$$f(\mathbf{x}) = x_1^2 + 3x_2^2 + 2x_3^2 + x_4^2 \quad \cdots\cdots①$$

制約条件

$$g_1(\mathbf{x}) = x_1 + x_4 \geqq 10 \times 0.4 \quad \cdots\cdots②$$

$$g_2(\mathbf{x}) = x_2 + 2x_3 \geqq 10 \times 0.5 \quad \cdots\cdots③$$

$$h_1(\mathbf{x}) = 3x_2 + x_4 = 10 \quad \cdots\cdots④$$

$$h_2(\mathbf{x}) = x_1^2 \times 15 + 3x_2^2 \times 25 + 2x_3^2 \times 5 + x_4^2 \times 2.5 = 500 \quad \cdots\cdots⑤$$

$$x_1 \geqq 0,\ x_2 \geqq 0,\ x_3 \geqq 0,\ x_4 \geqq 0 \quad \cdots\cdots⑥$$

式①～⑥までの意味は次の通りである。

式①　夫婦室，LDK，子供室，祖母室，浴室の面積の和を f(x) で表わしたとき，この値の最低値が全体の面積の60％程度に成ってくれることを理想とした。この場合，残りの40％が納戸，トイレ，ウォークイン・クローゼット，洗面（化粧室），洗濯などに宛てられることになる。

式②　夫婦室と浴室の縦の長さの和を $g_1(x)$ で表わしたとき，この値が最低でも縦の長さ 10 m の４割以上となるように設定した。

式③　LDK と子供室，祖母室の縦の長さの和を $g_2(x)$ で表わしたとき，この値が最低でも縦の長さ 10 m の５割以上となるように設定した。

式④　LDK と浴室の長さの和を $h_1(x)$ で表わしたとき，この値が 10 m となるように設定した。

式⑤　夫婦室，LDK，子供室，祖母室のインテリアに掛

かる費用の総和を $h_2(x)$ で表わしたとき，この価格を500万円とした。最大でも900万円以下になるようにしたい。

総和 $h_2(x)$ は，各部屋の面積に単位面積当たりに必要な単価を掛けたものの合計が500万円となるようにしたもので，各部屋のインテリアに掛かる単位面積当たりの単価は，次に様に設定した。

夫婦室のインテリアに必要な単位面積当たりの単価：15万円，

LDK のインテリアに必要な単位面積当たりの単価：25万円，

子供室，祖母室のインテリアに必要な単位面積当たりの単価：５万円

浴室のインテリアに必要な単位面積当たりの単価：2.5万円

式⑥　x_1～x_4 の各長さは当然 0 m 以上である。勿論，各部屋のサイズに下限値を設けることも可能である。

4.　非線形計画法による間取りサイズの解析

解析に当たっては，住宅建設計画，土地区画事業計画[5]などを参考にした。

最適解の算出は，始めに筆算で解を求めてみて，その結果と表計算ソフトのソルバーによる解とが一致しているかどうかを確かめることで行った。もし，両者が一致していれば，今後は表計算ソフトのソルバーを使ってシミュレーションすることが可能となるからである。（もし，筆算による解と表計算ソフトのソルバーによる解とが一致していなければ，シミュレーションは全て筆算で行うことにする。）

式．①～⑥の非線形計画問題を解くにあたっては，次の２つの定理[3] を援用する。

［定理１］Slater の制約想定と鞍点定理[3]

上記のような非線形計画問題において，実行可能解全体の集合 S を n 次元ユークリッド空間 E^n の凸集合，$f(\mathbf{x})$，$\mathbf{g}(\mathbf{x})$を凸関数，$\mathbf{h}(\mathbf{x})$を線形関数（あるいは凸関数），さらに，$\mathbf{g}(\mathbf{x}) < \mathbf{0}$，$\mathbf{h}(\mathbf{x}) = \mathbf{0}$ を満たす $\mathbf{x} \in S$ が存在すると仮定する。このとき，$\mathbf{x}_0 \in S$ が上記の非線形計画問題の大域的最適解であるための必要十分条件は，$\boldsymbol{\lambda}_0 \geqq 0$ であるような $\boldsymbol{\lambda}_0 \in E^m$ と $\boldsymbol{\mu}_0 \in E^l$ が存在して，$(\mathbf{x}_0, \boldsymbol{\lambda}_0, \boldsymbol{\mu}_0)$ が Lagrange 関数 $L(\mathbf{x}, \boldsymbol{\lambda}, \boldsymbol{\mu})$の鞍点となることである。

［定理２］Kuhn－Tucker の条件を満たす大域的最適解[3]

上記のような非線形計画問題において，定理１の仮定が満たされ，さらに $S = E^n$ で $f(\mathbf{x})$，$\mathbf{g}(\mathbf{x})$，$\mathbf{h}(\mathbf{x})$ が C^1 級の関数であるとする。

このとき，$\mathbf{x}_0$ が上記の非線形計画問題の大域的最適解であるための必要十分条件は，点 $(\mathbf{x}_0, \boldsymbol{\lambda}_0, \boldsymbol{\mu}_0)$ で次の Kuhn－Tucker 条件を満たすようなベクトル $\boldsymbol{\lambda}_0 \geqq \mathbf{0}$，$\boldsymbol{\mu}_0$ が存在すること，すなわち，

$\nabla_{\mathbf{x}} L(\mathbf{x}_0, \boldsymbol{\lambda}_0, \boldsymbol{\mu}_0) = \mathbf{0}$,

$\mathbf{g}(\mathbf{x}_0) \leqq \mathbf{0}, \boldsymbol{\lambda}_0 \mathbf{g}(\mathbf{x}_0) = \mathbf{0}, \boldsymbol{\lambda}_0 \geqq \mathbf{0}$,

$\mathbf{h}(\mathbf{x}_0) = \mathbf{0}$

が成立することである。

定理１，定理２を満たすよう，式②～⑤を次のように変形する。特に制約条件式⑤の $h_2(x)$ は全体を５で割って係数値を小さくしているので式番号を敢えて変えて制約条件式⑦とした。従ってインテリアに掛かる費用は式⑦を５倍した値であることに留意する必要がある。

最小化したい目的関数

$$f(\mathbf{x}) = x_1^2 + 3x_2^2 + 2x_3^2 + x_4^2 \quad \cdots\cdots①$$

制約条件

$$0 \geqq 4 - x_1 - x_4 = gg_1(\mathbf{x}) \quad \cdots\cdots②$$
$$0 \geqq 5 - x_2 - 2x_3 = gg_2(\mathbf{x}) \quad \cdots\cdots③$$
$$hh_1(\mathbf{x}) = 3x_2 + x_4 - 10 = 0 \quad \cdots\cdots④$$
$$hh_2(\mathbf{x}) = 3x_1^2 + 15x_2^2 + 2x_3^2 + 0.5x_4^2 - 100 = 0 \quad \cdots\cdots⑦$$
$$x_1 \geqq 0, x_2 \geqq 0, x_3 \geqq 0, x_4 \geqq 0 \quad \cdots\cdots⑥$$

このとき，Lagrange 関数は次のようになる。

$$\begin{aligned} L(x, \lambda, \mu) &= f(\mathbf{x}) + \lambda_1 gg_1(\mathbf{x}) + \lambda_2 gg_2(\mathbf{x}) + \mu_1 hh_1(\mathbf{x}) + \mu_2 hh_2(\mathbf{x}) \\ &= x_1^2 + 3x_2^2 + 2x_3^2 + x_4^2 + \lambda_1(4 - x_1 - x_4) + \lambda_2(5 - x_2 - 2x_3) \\ &\quad + \mu_1(3x_2 + x_4 - 10) + \mu_2(3x_1^2 + 15x_2^2 + 2x_3^2 + 0.5x_4^2 - 100) \end{aligned}$$

Kuhn－Tucker 条件より $\nabla_x L(x, \lambda, \mu) = 0$ を計算する。

$$\partial L/\partial x_1 = 2x_1 - \lambda_1 + 6\mu_2 x_1 = 0 \quad \cdots\cdots⑧$$
$$\partial L/\partial x_2 = 6x_2 - \lambda_2 + 3\mu_1 + 30\mu_2 x_2 = 0 \quad \cdots\cdots⑨$$
$$\partial L/\partial x_3 = 4x_3 - 2\lambda_2 + 4\mu_2 x_3 = 0 \quad \cdots\cdots⑩$$
$$\partial L/\partial x_4 = 2x_4 - \lambda_1 + \mu_1 + \mu_2 x_4 = 0 \quad \cdots\cdots⑪$$

次に，$\lambda g(x) = 0$ を計算する。

$\lambda_1(4 - x_1 - x_4) = 0$　$\lambda_1 \neq 0$ と仮定すると $4 - x_1 - x_4 = 0$ ……⑫

$\lambda_2(5 - x_2 - 2x_3) = 0$　$\lambda_2 \neq 0$と仮定すると $5 - x_2 - 2x_3 = 0$ ……⑬

$\lambda_1 > 0$，$\lambda_2 > 0$ となることは，後で確認する。

さらに，$\mathbf{h}(x_0) = \mathbf{0}$ より

$$3x_2 + x_4 - 10 = 0 \quad \cdots\cdots⑭$$
$$3x_1^2 + 15x_2^2 + 2x_3^2 + 0.5x_4^2 - 100 = 0 \quad \cdots\cdots⑮$$

式⑫より $x_1 = 4 - x_4$，式⑭より $x_2 = 10/3 - x_4/3$

式⑬より $x_3 = 5/2 - x_2/2 = 5/6 + x_4/6$

これ等の式を式⑮に代入すると，

$$x_4^2 - 10.872x_4 + 22.223 = 0 \quad \cdots\cdots⑯$$

なる x_4 に関する２次方程式を得る。

この解は $10 \geqq x_4 \geqq 0$ を考慮して，$x_4 = 2.7292$ となる。

よって解 x_1，x_2，x_3 は，

$x_1 = 1.2708$，$x_2 = 2.4236$，$x_3 = 1.2882$ である。

これ等の解を，式⑧～⑪に代入すると，

$$2.5416 - \lambda_1 + 7.6248\mu_2 = 0 \quad \cdots\cdots⑧$$
$$14.542 - \lambda_2 + 3\mu_1 + 72.708\mu_2 = 0 \quad \cdots\cdots⑨$$
$$5.1528 - 2\lambda_2 + 5.1528\mu_2 = 0 \quad \cdots\cdots⑩$$
$$5.4584 - \lambda_1 + \mu_1 + 2.7292\mu_2 = 0 \quad \cdots\cdots⑪$$

よって，$\lambda_1 = 1.9141$，$\lambda_2 = 2.7884$，$\mu_1 = -3.7689$，$\mu_2 = 0.082292$ を得る。

λ に関しては $\boldsymbol{\lambda}_0 \geqq \mathbf{0}$ の条件を満たしているので，最適解は，

$x_1 = 1.2708, x_2 = 2.4236, x_3 = 1.2882, x_4 = 2.7292$ ……⑰

であると言える。

なお，$\lambda_1 = 0$ の時，x の 4 つの未知数に対して連立方程式の数は 3 つしかないので解は不定となる。

$\lambda_2 = 0$ の時は式⑩より $\mu_2 = -1$，式⑧から $\lambda_1 < 0$ となるので $\boldsymbol{\lambda}_0 \geqq \mathbf{0}$ に矛盾する。

$\lambda_1 = 0$ かつ $\lambda_2 = 0$ の時は，式⑧と式⑩から μ_2 の値が同じ値にはならないので矛盾である。

以上の事から，最適解は⑰であることが言える。

次に，この非線形計画問題を表計算ソフトのソルバーで解いてみる。

その最適解は次のようであった。

表 1　ソルバーによる解

x_1	x_2	x_3	x_4
1.2710	**2.4237**	**1.2881**	**2.7290**

この解は筆算による最適解⑫とほとんど一致している。

そこで，これから先のシミュレーションは表計算ソフトのソルバーで行うことにする。

さて，解⑰は非線形問題の最適解ではあるが，$x_1 = 1.27$ m，$x_3 = 1.29$ m，これは部屋としてのサイズが小さすぎて現実的ではない。例えば，この最適解で目的関数である間取りの占有面積 f(x) を計算すると $f(x) = 30\ m^2$ で狭すぎるし，目安である 60 m^2 に程遠い。そこで，制約条件式⑥を次の式⑱ように改善してシミュレーションを試みた。

$x_1 \geqq 3, x_2 \geqq 2.5, x_3 \geqq 2, x_4 \geqq 2$ ……⑱

ソルバーによる解析では「最適解はない」であった。そこで，⑫～⑮でどの制約条件が適していないのかを調べたところ，制約条件式⑮の第 5 項の値が影響していることが分かった。第 5 項の100を150に上げて解析を試みる。

$h_2(\mathbf{x}) = 3x_1^2 + 15x_2^2 + 2x_3^2 + 0.5x_4^2 - 150 = 0$ ……⑲

ソルバーによる最適解は，

表 2　ソルバーによる最適解（制約条件式⑲）

x_1	x_2	x_3	x_4
3.3333	2.6667	2	2

この最適解による占有面積 f(x) は，$f(x) = 44.44\ m^2$，60 m^2 に届いていない。

そこで，制約条件を次のように変えてシミュレーションを試みた。

$x_1 \geqq 3.5, x_2 \geqq 2.5, x_3 \geqq 3.5, x_4 \geqq 2$ ……⑳

$h_2(\mathbf{x}) = 3x_1^2 + 15x_2^2 + 2x_3^2 + 0.5x_4^2 - 160 = 0$ ……㉑

ソルバーによる最適解は，

表 3　ソルバーによる最適解（制約条件式㉑）

x_1	x_2	x_3	x_4
3.5	2.5276	3.5	2.4173

この最適解で占有面積 f(x) を計算すると，$f(x) = 61.76\ m^2 > 60\ m^2$，制約条件をクリアーしている。このケースの場合，インテリアに掛ける予算の制約が問題と成っており，160× 5 倍＝800万円の投資が不可欠であることが分かる。

5. 考察（感度解析）

$f(x) = 60$ にさらに近づける方法として感度解析[4] がある。

先程求めた Lagrange 乗数を比較すると，

$\lambda_1 = 1.9141, \lambda_2 = 2.7884, \mu_1 = -3.7689, \mu_2 = 0.082292$

であり，この中で μ_2 の値が最小であることから，敏感性を表す感度として使うことが出来る。

感度解析とは，

$hh_2(\mathbf{x}) = 3x_1^2 + 15x_2^2 + 2x_3^2 + 0.5x_4^2 - 160 + \varepsilon = 0$ ……㉒

と置き，調整量 ε で Lagrange 関数による解析を行う方法である。このとき，μ_2 を感度乗数という。

Lagrange 関数は次のようになる。

$$
\begin{aligned}
L(\mathbf{x}, \boldsymbol{\lambda}, \boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\varepsilon}) &= f(\mathbf{x}) + \lambda_1 g\ g_1(\mathbf{x}) + \lambda_2 g\ g_2(\mathbf{x}) + \mu_1 h\ h_1(\mathbf{x}) \\
&\quad + \mu_2 h\ h_2(\mathbf{x}) \\
&= x_1^2 + 3x_2^2 + 2x_3^2 + x_4^2 + \lambda_1(4 - x_1 - x_4) \\
&\quad + \lambda_2(5 - x_2 - 2x_3) + \mu_1(3x_2 + x_4 - 10) \\
&\quad + \mu_2(3x_1^2 + 15x_2^2 + 2x_3^2 + 0.5x_4^2 - 160 + \varepsilon)
\end{aligned}
$$

（但し，$x_1 \geqq 3.5, x_2 \geqq 2.5, x_3 \geqq 3.5, x_4 \geqq 2$）

ソルバーによるシミュレーションで $\varepsilon = 1$ としたところ，$f(x) = 61.75\ m^2$，0.01 m^2 の減少であることが確認できた。μ_2 による感度解析（微調整）が可能のようである。

そこで，もう一度制約条件を見直して，それで得た最適解に感度解析を行うことで，$f(x) = 60$に近づける試みを行った。制約条件式⑳は次のように変更した。

$x_1 \geqq 3.51, x_2 \geqq 2.5, x_3 \geqq 3.37, x_4 \geqq 2$ ……㉓

ソルバーによる最適解は，

表 4　ソルバーによる最適解（制約条件式㉓）

x_1	x_2	x_3	x_4
3.51	2.5504	3.37	2.3488

となった。この時の占有面積は $f(x) = 60.06\ m^2$ であり，ここから感度解析を行ったところ，$\varepsilon = 3$ のとき $f(x) = 60.03\ m^2$ を達成した。なお，$\varepsilon = 4$ では最適解が得られなかったことを付言しておく。なお，感度解析後の最適解は，$\varepsilon = 3$ の時，

表５　感度解析後の最適解

x_1	x_2	x_3	x_4
3.51	2.5067	3.37	2.4780

である。これをインテリアに掛かる費用に換算すると，
　(160－3)×5＝785万円となる。

　これにより，廊下，トイレ，納戸などに使われる面積はほぼ 40 m^2 を確保することが出来る。勿論，この面積を故意に減らせば，それだけ夫婦室などの占有面積を増加させることが出来るのは言うまでもない。

　今回の非線形計画法において解析上重要なポイントを列記すると次のようになる。

・間取りの基本的なサイズは制約条件式⑥のように大雑把ではなく，制約条件式㉓のように出来るだけ現実に近い大きさに設定して，それを制約条件とすること。
・その制約条件のもとで非線形計画問題の解析を行って最適解を得ること。
・感度解析は，最適解を得た後，さらに目的関数の値を微調整するために使うと効果的であること。

　以上のことがシミュレーションを行うことにより明らかとなった。

　なお，表５を畳サイズで示すとおよそ次のようになる。

表６　間取りの大きさ（畳サイズ）

夫婦室	LDK	洋室又は子供室	浴室
８畳	12畳	６畳	４畳

　100 m^2 マンションに於いてこの様な間取りのマンションは実際に多く存在しており，このことは設計者の経験値と非線形計画による最適値が類似していることを意味している。

6. ま　と　め

　図２をモデルとして各部屋の間取りの最適サイズを式①～⑥に示す非線形計画問題として解析した。

　制約条件式⑥によって得られた最適解は現実的ではないので，改善して条件式⑱で行うことにした。

　ところが，この条件式では「最適解は存在しない」ことが判明し，制約条件式⑱をさらに改善して条件式⑳で解析を行った。

　制約条件式⑳，㉑により現実的な解を得たが，さらに式㉒により感度解析を行い，それで得られた解を本論文の最適解（妥協解）とした。

　以上により，本論文で設定した問題を非線形計画で解析する場合には，先に列記したポイントが解析上重要であることが判明した。

要　　旨

　著者はすでに前報において，「インテリア計画」の立場から，「より適切な間取り図」の作成の一つとして，「グラフ理論を援用した間取り図の作図法」を提案した。しかし，この取り組みには具体的な部屋のサイズに関する検討が残されていた。本論文では，床面積が 10 m×10 m＝100 m^2 を対象に間取りサイズの解析を試みた。解析方法は，間取りのサイズを最適解とした場合の非線形計画法で行った。解析の結果，現実的な解を得たが，さらに感度解析を行ってそれで得られた解を本論文の最適解（妥協解）とした。

　今回の非線形計画法において解析上重要なポイントを列記すると次のようになる。

　(1) 間取りの基本的なサイズは，その制約条件を出来るだけ現実に近い大きさに設定すること。

　(2) 感度解析は，最適解を得た後，さらに目的関数の値を微調整するために使うと効果的であること。

　以上のことがシミュレーションを行うことによって重要であることが明らかとなった。

引　用　文　献

(1)　古川　博仁著：間取りと動線に関する考察，広島文化短期大学紀要第41号，pp 13～25，(2008)，広島
(2)　古川　博仁著：構造化モデリングによるゾーニングの検証，広島文化短期大学紀要第41号，pp 27～39，(2008)，広島
(3)　坂和　正敏著：非線形システムの最適化，pp 43～45，(1996)，森北出版，東京
(4)　同書　pp 69～70
(5)　熊田　禎宣，木谷　忍共著：計画のための最適化数学，pp 151～173，(1991)，井上書院，東京

Summary

In the reference (1), I propose "the drawing method of the figure of the room planning quoted from the graph theory" as one of the drawing method of the more appropriate figure of the room planning from the standpoint of the interior design. But this investigation was necessary to study on the specific size of the room.

I analyzed the size of the room planning whose the floor space was 10 m × 10 m (100 m^2). The analytical method is the nonlinear programming in case that the size of the room planning is regarded as the optimal solution. As a result of analysis, it was obtained the realistically effective solution. Moreover, the solution which I tried the sensitivity analysis was regarded as the optimal solution (the compromise solution).

In this nonlinear programming, the important points on the analysis are as follows.

(1) It was necessary that the basic size of the room planning was to set as realistic as possible under the constraint.

(2) After the optimal solution was obtained, it was effective that the sensitivity analysis was used to adjust finely the values of the objective function.

It became clear that the above mentions were important by simulation.