様式 C-19

# 科学研究費補助金研究成果報告書

平成 22 年　5 月 25 日現在

研究種目：基盤研究（C）
研究期間：2007～2009
課題番号：19560618
研究課題名（和文）アレグザンダーの理論の起源：　数学的モデル(構造)と証明(プロセス)

研究課題名（英文）Ideological Background of Christopher Alexander's Early Theory of Design

研究代表者
長坂 一郎（NAGASAKA ICHIRO）
神戸大学・人文学研究科・准教授
研究者番号：10314501

研究成果の概要（和文）：ブルバキの数学的構造主義とヒルベルトの形式主義からの影響を軸としてパタン・ランゲージに至るアレグザンダーの初期理論の全体像を明らかにした．具体的には『システムを生成するシステム』(1967)に挙げられている「システム」に関する二つの概念，「全体としてのシステム」と「生成システム」が，それぞれブルバキの数学的構造主義における「構造」とヒルベルトの形式主義における「形式システム」に対応し，特に後者に関しては，「生成プロセス」が形式システムにおける証明プロセスをモデルにして構築されていることを示した．さらに，アレグザンダーの初期理論の全体構成は，統語論と意味論の分離をその特徴として持つヒルベルトの形式主義の中に位置づけることが可能であり，「構造」はその枠組みの中で意味論を与える役割を担っていることを明らかにした．

研究成果の概要（英文）：In this research project, we describe the overall picture of the pattern language by examining the literature in the 1960s based on the correspondence to the mathematical structuralism and the Hilbert's formalism.  We examine the semantics of pattern language and show that Alexander's definition of the design problems gives the semantic framework of the language.  After describing the pattern language can be regarded as a syntactical object like proofs in the formal systems, we discuss the limit of the pattern language and give one possible reason why he needed to explore ``geometric features'' of forms generated by the patterns.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合　計 |
|---|---|---|---|
| 2007 年度 | 1,400,000 | 420,000 | 1,820,000 |
| 2008 年度 | 1,100,000 | 330,000 | 1,430,000 |
| 2009 年度 | 900,000 | 270,000 | 1,170,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総　計 | 3,400,000 | 1,020,000 | 4,420,000 |

研究分野：工学
科研費の分科・細目：建築学・都市計画・建築計画
キーワード：クリストファー・アレグザンダー，意味論，統語論，パタンランゲージ，認知心理学

１．研究開始当初の背景

本研究は，数学的モデル（構造)とその証明行為（プロセス)をクリストファー・アレグザンダーの理論の２つの起源として位置付けることによって，彼の理論全体を基礎づける試みである．

アレグザンダーが展開してきたデザインの理論は現在に至るまで様々な分野に影響を与え続けており，国内外において建築・都市計画やソフトウエア工学の分野を中心に，その理論と応用に関する研究が盛んに行われている．しかし，彼のパタン・ランゲージ理論があまりに有名なためパタン・ランゲージに関する論文は数多くあるものの，彼の理論のもう一つの柱である生成プロセス(generative process)の理論に関する研究文献がほとんど見られないのが現状である．しかし，彼自身が『まちづくりの新しい理論』(1987)や``The Nature of Order (Book II): The Process of Creating Life''(2002) 等で繰り返し述べているように，パタンは生成プロセスの結果として現われる構造であるため，この生成プロセスの解明なくしてはパタンによって記述された構造の理解やその実現も困難なものとなってしまうのである．

『まちづくりの新しい理論』の監訳者である難波和彦氏がその序文で述べているように，アレグザンダーの理論の多くは自然言語によって記述されているが，その自然言語は形式的言語を一旦経ている(彼の理論が様々な分野，特にソフトウエア工学の分野でよく応用されるのは，このことが一つの理由であろう)．したがって，その理論の源流を知るためにはその形式的言語体系の性質を知る必要がある．そして，この数学的構造としてのモデルと数学者の証明行為という２つの対照的概念が形式的言語体系について考える上で最も基本的な概念であるため，数学者であったアレグザンダーの提案する理論の起源を解明する場合においてもまた鍵となるのではないかと考えているのである．

２．研究の目的

上述の通り，本研究の目的は数学的構造としてのモデルとその証明プロセスをアレグザンダーの理論の二つの柱 -- パタン・ランゲージと生成プロセス -- のそれぞれの源流として位置付けることによって，彼の理論全体を基礎づけることである．

３．研究の方法

研究期間中に以下の４点について明らかした．

(1) クリストファー･アレグザンダーの初期の主要な論文・著作，さらに彼自身が``The Nature of Order''の４冊を含む12巻のシリーズとしてまとめているもの全てについて数学的構造と証明プロセスの観点から検討し，この２つの数学的概念が彼の理論の源流として妥当なものであるか検証する．
(2) 検証に基づいて数学的モデル論とパタン・ランゲージの対応を示し，その理論的基礎付けを行う．
(3) 続いて，生成プロセスの理論と数学的証明プロセスの対応を示し，その理論的基礎付けを行う．
(4) さらに，これらの基盤となった認知心理学におけるアレグザンダーの業績を検討し，アレグザンダーの研究プログラムに心理学が与えた影響を検討する．

４．研究成果

(1)については，アレグザンダー自身の著作のほぼ全てと，学術論文のうち日本国内において入手可能なもの全てを，彼自身による目録に基づいて収集を終えた．

また，彼の理論の２つの柱であるパタン・ランゲージと生成プロセスの発想の源流が数学的構造としてのモデルと数学的な証明のプロセスに求められることを彼の初期の著作，具体的には 1960 年代の文献をもとに検証した．その結果，数学的構造としてはグラフ構造を用い，その構造上でモデル論的意味論に従って彼のデザイン理論の意味論を構成していることを確認した．

さらに，『形の合成に関するノート』のなかに「いうまでもなく数学の姿は抽象的であり，建築の姿は具体的で人間的なものである．しかし，その違いは本質的なものではない．それがどんな種類のものであれ，その外見の決定的な質はその構成のなかにあるのであり，その構成に注目したとき我々はそれを形と呼ぶのである．数学的な形に対する感覚は，その形に対する証明プロセスの感覚からのみ発達する．建築的な形の感覚も，形のデザイン・プロセスについてそれと同程度習得していなければ，数学的な形への感覚と比較し得る地点には到達できないと私は信ずる．」等の記述から、アレグザンダーの生成プロセスと構成的数学における証明概念との明らかな対応を見出すことができた。

(2) については，数学的モデル論とパタン・ランゲージの対応について，アレグザンダーのデザイン問題の定義における「形」，「コン

テクスト」および「適合」について，これらが数学における形式主義を基盤として語られていることを示し，「形」とは形式的表現のことであり，「コンテクスト」はその形式的表現に解釈を与える集合上の構造であり，「適合性」とは真理値のこととして捉えることができることを明らかにした．そして，「形とはデザインの問題に対する解であり，コンテクストはその問題を規定する」とは「形式的表現（一般に論理式）は，ある真理条件に対して真となり，構造はその真理条件を規定する」と自然に解釈できることを示した．

生成プロセスの理論と数学的証明プロセスの対応については，「パタン」がルールであり，生成システムがその本質においてルール・システムであること，および，その例として数学における形式的システムが挙げられていることとを考え併せ，数学における証明プロセスの概念がこの生成プロセスの原型となっていると考えられることを明らかにした．このように考えれば，デザイナーが従うべきパタンの集積が形式的システムの統語論のアイデアに基づいて構想され，その統語論によって導出された形とコンテクストとの適合性がその意味論に基づいて定式化されたと考えることが自然であることを明らかにした．

(3)については，ブルバキの数学的構造主義とヒルベルトの形式主義からの影響を中心にアレグザンダーの初期理論の全体像を検討した．

ここで明らかになったことは，『システムを生成するシステム』(1967)に挙げられている二つの概念，「全体としてのシステム」と「生成システム」が，それぞれブルバキの構造主義における「構造」とヒルベルトの形式主義における「形式システム」に対応すること，そして，「生成プロセス」が形式システムにおける証明プロセスをモデルにして構築されていることである．そして，このような対応関係に基づいてアレグザンダーの初期理論をヒルベルトの形式主義における統語論と意味論の対応関係のなかに位置付けることでパタン・ランゲージの理論構成の全体像を示した(図 1)．

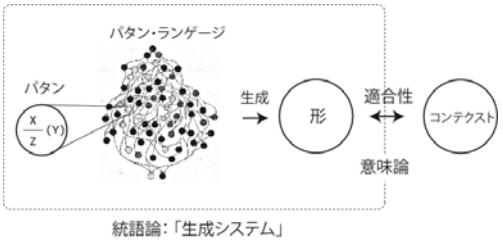


**図 1. パタン・ランゲージの全体像**

一般には，上述した『ツリー』の中での記述や『ノート』のペーバーバック版（1971）の序論の「独立したダイアグラムを得るためにあのように複雑で形式的な方法を用いることはまったく不必要だ」という記述などから，『ツリー』以降，アレグザンダーが形式的な方法全般に対して批判的となったと捉えられる場合が多い．しかし，『ノート』以降の理論をメタな視点で検討してみると，そこには数学者としての訓練を受けた者に染み付いている考え方の型が，その理論の中に消え難く残されているように思われる．その代表的なものが，20 世紀数学を象徴する 2 つのプログラム，ブルバキの構造主義とヒルベルトの形式主義であったのである．

(4)に関して，アレグザンダーによる 5 本の認知心理学論文の内容を検討した．その結果，彼の「形」の理論が，実はブルーナーやゲシュタルト心理学を始めとする認知心理学の影響を受けており，彼の理論の形式的側面をその背後から支えるような役割を果していることが明らかになった．

ブルーナーからの影響は仮説 – 検証による理論構築手法や検証実験を遂行するための実験技術，表象作用の 3 つの発達過程の枠組みなどであり，ゲシュタルト心理学からの影響は部分の知覚から全体の知覚へということ，知覚における同型性の原理，良い形に関するプレグナンツの法則などが挙げられる．特にブルーナーからの表象作用の 3 つの発達過程とゲシュタルト心理学におけるプレグナンツの法則は，この時期のアレグザンダーの研究を理解する上で鍵なる概念であろう．なぜなら，表象作用の 3 つの発達過程がアレグザンダーの認知心理学研究全体に指針を与え，プレグナンツの法則に従って安定した単純な構造を探求した結果得られたものがサブ・シンメトリーであったからである．

５．主な発表論文等
（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 2 件）


① 長坂一郎，クリストファー・アレグザンダーの初期理論における思想的背景(その 1)：クリストファー・アレグザンダーの認知心理学論文の検討，日本建築学会計画系論文集，査読有，75(647)：235-243，2010.

② Ichiro Nagasaka, Constructive Mathematics and Its Implication to Theory of Designing, Design Principles and Practices: An

International Journal, 査読有, 3(5):303-314, 2009.

〔学会発表〕(計9件)

① Ichiro Nagasaka, Syntax and Semantics of Pattern Language, IASDR 2009 conference, (CD-ROM), Seoul, Korea, October 18-22 2009.

② Ichiro Nagasaka, Constructive Mathematics and Its Implication to Theory of Designing, Third International Conference on Design Principles and Practices, Berlin, Germany, February 15-17 2009.

③ Ichiro Nagasaka, Requirements and theories of meaning, Proc. of International Conference on Engineering Design 2007, no.203(CD-ROM), Paris, France, August 28-31 2007.

④ 長坂一郎, アレグザンダーの初期理論とブルーナーの知性の発達図式, 日本建築学会全国大会, 東北学院大学, August, 2009.

⑤ 長坂一郎, アレグザンダーのデザイン理論の限界と多様性のデザイン, 日本機械学会 第19回設計工学・システム部門講演会, 沖縄県読谷村,琉球大学工学部, October, 2009.

⑥ 長坂一郎, クリストファー・アレグザンダーの初期理論の再評価, デザインシンポジウム 2008 講演論文集, pp.39-42, 慶應大学, November, 2008.

⑦ 長坂一郎, 構成的な設計行為の 3 つの側面, 第18回設計工学・システム部門講演会, 京都大学, September, 2008.

⑧ 長坂一郎, クリストファー・アレグザンダーの理論と数学における形式と構成, 日本建築学会全国大会, 広島大学, September, 2008.

⑨ 長坂一郎, On Three Kinds of Requirements and Act of Designing, 林原フォーラム「デザインの科学 -創ることと分かることの本質を探る-」ワークショップ, September, 2007.

〔図書〕(計1件)

① 長坂一郎, 共生倫理研究会編,『共生の人文学 - グローバル時代と多様な文化』,(『デザイン行為の公共性: デザイナーとユーザーの共生への条件』, pp.42-62 担当), 昭和堂, 2008.

６．研究組織

(1)研究代表者

長坂 一郎 (NAGASAKA ICHIRO)
神戸大学・人文学研究科・准教授
研究者番号：10314501