

原著論文

サイバネティクスと現代のスマートシティ ——磯崎新〈ポスト・ユニバーシティ・パック〉を通じて Cybernetics and Smart Cities: Through Arata Isozaki's 'Post University Pack'

キーワード：

スマートシティ, サイバネティクス, 都市計画, 制御社会

keyword :

smart cities, cybernetics, urban planning, societies of control

青山学院大学大学院総合文化政策学研究科 葛 西 翔

Graduate School of Cultural and Creative Studies, Aoyama Gakuin University Sho KASAI

要 約

本研究の目的は、今日のスマートシティへと至る情報技術を援用した都市計画を、その基底にあるサイバネティクスの観点から検討することである。スマートシティは今日の都市計画において趨勢を成している。その取り組みの本質には、サイバネティクスとコンピュータによる制御社会の具現化がある。サイバネティクスがもたらす人・社会を対象として含みこむ制御は、都市に倫理的な議論の必要性を惹起する。しかしながら、現状のスマートシティ開発においては、都市へコンピュータの導入ばかりが着目され、サイバネティクスの観点から顧みられることはほとんどない。

本研究ではサイバネティクスによる都市の構想を検討するため、その先鞭をつけた事例として、磯崎新アトリエによる〈ポスト・ユニバーシティ・パック〉を取り上げる。磯崎らはサイバネティクスの諸概念を踏まえ、都市をサイバネティック・マシンとして構想した。サイバネティクスは生物の神経系と機械の機構的同一性を主題とする学際領野である。フィードバックに基づく制御を、行動と目的に関する科学の基盤とした点がその核心にある。本研究は磯崎らがサイバネティクスをどのように都市に組み入れようとしたかについて、制御、通信、人間一機械系の3項目を軸に検討した。磯崎らの構想はサイ

原稿受付：2024年10月15日

掲載決定：2025年7月10日

バネティクスのメカニズムに力点を置き、都市の発展過程を描いたものであった。

また本研究はスマートシティの現況についても、サイバネティクスの諸要素に基づいた考察を行った。磯崎らの構想と同様に、現代のスマートシティもまた、サイバネティクスの機構を有している。両者は情報技術による都市構想の系譜において、ともにサイバネティクス（的制御）を根底に据えた都市の構想であるといえる。

Abstract

This study aims to examine urban concepts that evolve into smart cities through the perspective of cybernetics, which forms the basis of urban planning utilizing information technology. Smart cities are currently a trend in the field of urban planning. At the core of these initiatives is the realization of the societies of control. Cybernetic control, which targets both individuals and society, inevitably prompts ethical discussions. However, current smart city developments focus primarily on integrating computers into urban environments, with little consideration given to the perspective of cybernetics.

This study examines urban planning through the application of cybernetics, focusing on the ‘Post University Pack’ presented by Arata Isozaki and his atelier as a pioneering example. Isozaki and his colleagues conceptualized the city as a cybernetic machine based on the concepts of cybernetics. Cybernetics is an interdisciplinary field that focuses on the mechanical similarities between biological nervous systems and machines. Its core lies in proposing control based on feedback as the foundation of the science of behavior and purpose. This study examines how Isozaki attempted to incorporate cybernetics into the city, focusing on three key aspects: control, communication, and human-machine systems. Isozaki’s vision described the urban development process by emphasizing the mechanisms of cybernetics.

Furthermore, this study also considers the current view of smart cities based on these three key aspects. Like Isozaki’s vision, smart cities also possess the mechanisms of cybernetics. Both can be considered urban visions based on cybernetic control, within the historical context of urban planning utilizing information technology.

1 研究目的

本研究は、今日においてスマートシティと名指される情報技術を援用した都市構想の基底にサイバネティクスの機構が存すること、そしてその兆候はすでに1970年代に見られたことを論ずるものである。スマートシティの開発は近年、テクノロジーの導入およびそれらのエコシステムの編成を焦点として急速に、また膨大な資本を投じて進められている。しかしながら、スマートシティの本質にはサイバネティクスの機構があり、その機構を踏まえた都市の倫理的設計もまた考えられなければならない。なぜならば、サイバネティクスの機構は機械と人・社会とを含む系を等しく制御の対象として扱う側面を持ち、この側面を等閑視してテクノロジーの導入のみを焦点とする都市の開発は、人間が機械のように扱われてしまうような倫理的問題を生じかねないためである。こうした課題を論ずるために、情報技術による都市としてのスマートシティを、サイバネティクスの機構の観点から精緻に検討する必要がある。そのために、本研究ではまず、サイバネティクスに支えられた都市の構想の端緒として、磯崎新アトリエ〈ポスト・ユニバーシティ・パック〉を取り上げ、サイバネティクスの諸概念に基づく検討を行う。また、磯崎らの構想にあるサイバネティクス的着想と、今日のスマートシティを構成するシステムの諸要素との相同および相違を考察する。

今日、デジタル技術を用いた「スマートシティ」の取り組みは、都市計画の趨勢を成している⁽¹⁾。日本国内では1990年頃から情報通信技術を生かした都市作りが進められている。また海外に目を転じれば、バルセロナ市やアムステルダム市、ヘルシンキ市といった欧州の都市や、アジアでは中国・深圳市のTencent Net Cityなどの取り組みがよく知られている。これらは日本のスマートシティ事業やスーパーシティのように政府や自治体によって主導されているものもあれば、Google

のグループ企業であるSidewalk Labsがかつてカナダ・トロント市で手掛けた開発計画や、トヨタ自動車によるWoven City、NTTのラスベガス市での取り組みなどのように、企業によって主導されるものもある。それらの都市では、多様な情報技術やデータを用いて、経済や交通、自然環境、エネルギー、教育、生活、行政、防災、福祉、医療、健康、観光、娯楽など、あらゆる分野での取り組みが進められている。

越塚登(2022)や高木聰一郎(2023)によれば、情報通信技術を生かした都市作りの取り組みは多様で、また歴史も長い。スマートシティという概念が議論され始めたのは2000年代末頃から2010年代にかけてであるとされている(内閣府2023, p.9)。しかしながら、情報技術を都市に適用する構想はそれ以前から存在しており、1990年代以降のコンピュータ技術の進展によってはじめて出現したものではない。

佐幸信介(2023)は、あらゆる施設、住居、交通機関、道路のセンサーや監視カメラ、そしてそこに住む人間の身体とコミュニケーションデバイスを連接するという、現在のスマートシティの特徴を射抜いた過去の都市構想に、磯崎新の「コンピュータ・エイデッド・シティ」を挙げている⁽²⁾。これは当初には〈ポスト・ユニバーシティ・パック〉と題して発表されたもので、往時の情報通信技術やメディア論の潮流を踏まえつつ、サイバネティクスを都市の発展過程の中心に据えた都市計画案である。

サイバネティクスとは、生物の神経系の機能と機械との類似性や関連性をテーマとする学際的な探求領域である。1940年代にその鼻祖であるノーバート・ウィーナーによって創始され、數学者や工学者のみならず、医学・生物学分野、心理学分野、社会科学分野などの多岐にわたる学問領域の専門家が参加することで形成された。

サイバネティクスの核心には、フィードバックとそれにに基づく制御の概念がある。制御とは、あ

らかじめ決定された目標に向け、目的のある影響を及ぼすことであり、システムに現状と目標の差をフィードバックとして入力することで実現される。このことを工学的な文脈に縛られずに、行動と目的に関する一般科学の基盤として、生物や社会、機械を目的論的機構として提起した点が、サイバネティクスの独自性である。ウイーナーは、自動機械やコンピュータの複合的な動き、さらには生物の神経系についても、科学の統一的な視点で研究できると考えた。生物と機械の目的に向かう動きは、どちらも制御と通信を行う仕組みとして等しく記述することが可能である。サイバネティクスの研究の枠組みは、機械と人間（あるいはそれらの複合によって構成される系）を、フィードバックの通信と目的のある制御の概念と過程により、同じ論理のもとに接続する、新たな方法論であった⁽³⁾。

スマートシティの取り組みは、ミシェル・フーコーの権力論を受け継いだジル・ドゥルーズが管理社会（制御社会）⁽⁴⁾と名指したもののが現化がその本質にあるという指摘がある（Krivý 2018）。ドゥルーズは近代的な規律訓練社会（disciplinary societies）から制御社会への移行を論じ、またそれぞれの社会形態には異なるタイプの機械が対応するとしている（Deleuze 1990 = 2007, p.351）。すなわち、規律訓練社会には「エネルギー論的機械」が対応していたのに対して、制御社会には「サイバネティクスとコンピュータ」が対応している。ドゥルーズは共に多くの書を著したフェリックス・ガタリが「決められた障壁を解除するエレクトロニクスのカードによって、各人が自分のマンションを離れ、自分の住んでいる通りや街区を離れることができるような町」を予期していたことを想起しつつ、ここで重要なのは障壁ではなく個人を割り出し変調を行うコンピュータであると述べている（ibid., pp.364-365）。

機械と社会のタイプの対応が重視されるのは、

機械が社会における決定権を持つからではなく、機械のタイプが社会の備える諸力を表現しているためである。しかしながら、スマートシティ開発の現況においては、都市にコンピュータを導入することばかりに目が向けられ、「サイバネティクスとコンピュータ」のもう片方の、サイバネティクスの思想が考察されることはない。

佐幸（2021）も指摘するとおり、スマートシティは単にICTが用いられた都市ではなく、テクノロジーによる生活環境の変容といった説明のみによって、その取り組みを読み解くことはできない。スマートシティは「IoTやM2Mのネットワークからセンシングによって集積されたデータを解析し、エネルギーと交通、人などのフローを監視し、それらのフローを制御・誘導していくテクノロジーの集団」である（佐幸2021, p.134）。それはアルゴリズムが構成するコミュニケーションのネットワークであり、テクノロジーの制御は都市のなかのフローそのもの、あるいはフローのネットワークを対象とする。スマートシティのテクノロジーは道具として人間と対置されるものではなく、そのテクノロジーによっては人間の行動も一種のフローと見なされ、制御の対象となる。

スマートシティ開発の現況においては、分野別に種々のサービスが横展開され、それぞれの社会実証や実装が進められている。それらの実装方法やエコシステムを共通化し、都市としてまとめることが今後の主な課題とされている。サイバネティクスの観点から制御に着目してみれば、これは都市に展開する様々な制御の（サブ）システムを連結させ、計算可能な制御可能な領域を都市の中に広げていくことにほかならない。こうした制御が働きかける対象として人や社会を念頭に置いている以上、公平性や包摂性、プライバシーや透明性の確保といった都市における倫理を担保するための議論は深められねばならない。サイバネティクスの機構には人間と機械とを制御と通信の観点から等しく扱う側面がある。その側面に着

目した検討によって機構を批判的に考察することは、スマートシティにおける倫理の議論を展開する足掛かりとなる。

佐幸はコミュニケーション資本主義の視座からスマートシティを批判的に検討するとともに、フーコーの生権力論を通じて統治の問題として考察を行っている。他方、本研究は今日のスマートシティ構想の基底にサイバネティクスを見定め、その端緒を開いた事例として、磯崎らのポスト・ユニバーシティ・パックを取り上げる。磯崎らの構想が、どのようにサイバネティクスを都市に組み入れようとしたかについて、サイバネティクスの諸概念に基づく検討を行う。またその観点に基づき、磯崎らの構想と現代のスマートシティとの相同および相違を考察することで、今日のスマートシティのサイバネティクス的様相を論じる。また、スマートシティの諸問題へのアプローチに磯崎らの構想が有意な参考点となることを示す。

2 先行研究

社会における制御についての既往の研究には、ジェームズ・ベニガーの「制御革命」の議論がある (Beniger 1986)。ベニガーはコンピュータ以前、とくに大量生産技術の時代におけるエネルギー論的機械の活用が「制御の危機」を引き起こし、その対処のための一連の発明、すなわち制御革命がコンピュータ以降の時代における情報革命を準備したことを論ずる。ベニガーは、鉄道のシステム化や第一次世界大戦後のゼネラル・モーターズの経営変革などの様々な事例を、制御の社会への適用事例として検討している。

また、サイバネティクスの社会への適用を検討したものとして、エデン・メディーナによるサイバーン計画の研究が挙げられる (Medina 2011=2022)。この研究は1970年代のアジェンデ政権下のチリにおいて立案された「サイバーン計画」を、サイバネティクスや東西冷戦期の政

治史など多角的な論点から検討している。サイバーン計画は、サイバネティクスを積極的に応用した技術によって国家の経済や工業生産をコントロールすることで、チリ国家の置かれた経済危機の乗り越えを図った。

これらは交通や企業経営、国家など、システムの規模やレベルの違いはあれど、制御やサイバネティクスを機械のみならず人・社会を含むシステムに適用しようとした事例の研究である。ただし、サイバネティクスの観点からその都市への適用を論じたものは少ない。たとえばV.L. パーセジアンによるサイバネティクスを概説した文献には、都市へのサイバネティクス的アプローチについてわずかに触れられているものの、ジェイ・フォレスターによるシステムダイナミクスのシミュレーション・モデルの応用について紹介されるのみである (Parsegian 1972=1975)。

ユリコ・フルハタは空間メディアと環境の歴史的な連続性について、通信や制御、フィードバックといったサイバネティクスの諸概念が初めて建築批評に用いられた時期の、日本の建築家の言説から論じている (Furuhat 2017)。フルハタは日本の戦後建築におけるサイバネティクス的転回の中心に丹下健三と彼の門下生を見据え、彼らの建築および都市設計の展開を検討した。丹下のサイバネティクスの理解には戦前の植民地政策における都市計画のビジョンが引き継がれており、生物の構造を都市に擬える点が強調されている。一方、丹下の指導を受けていた磯崎は、丹下およびその門下のメタボリズム運動には批判的な姿勢を取りつつも、都市におけるサイバネティクス的な構想への興味を共有していた。磯崎は大阪万博の〈お祭り広場〉の設計などを通じ、人間とコンピュータの間にフィードバック・ループのコミュニケーションを作り出す電子メディア環境を重視する。

ただし、フルハタの磯崎に関する言及は大阪万博の〈お祭り広場〉の設計や、「都市デザインの

方法」や「闇の空間」、「見えない都市」などの論考を参照し、空間や環境、都市のデザインに対する磯崎のサイバネティクス的な理解を考察したものであり、本研究とは射程が異なる。

ポスト・ユニバーシティ・パックに関する論考は、磯崎自身による回顧を含め様々ななされているが、一方でサイバネティクスの観点に基づく本格的な研究は行われていない。松井茂（2020）はこの構想が磯崎自身によってどのように言及されてきたかを取り上げ、その時々のニューメディアの問い合わせとして繰り返し語られてきたことを論じている。松井はこれらの「語り／騙り」の分析を通じて、ヴィジョンを示す幻視者という磯崎の態度が選択的な戦略であることを指摘する。また石田英敬（2020）は磯崎らの構想に「今日ではインテリジェント施設やスマートシティと呼ばれるようになったサイバネティクス環境がデザインされている」ことを示しつつ、磯崎の「記号論」的方法とサイバネティクスとの対応に着目し、その界面にこそスマートでインテリジェントな都市が成立したことを論じている（石田2020, pp. 224-226）。飯田豊（2020）は磯崎の思索がマクラーハン旋風以降においても日本のメディア論の展開に影響を与えてきたことを指摘しつつ、60年代から70年代初頭の動向に焦点を当て、その思考の起源を考察している。CATVというテクノロジーの国内外での展開を踏まえつつ、CATVのネットワークを媒介としながら都市活動の本質に学習を見据えた磯崎らの構想がいかに先鋭的なものであったかを論じている。

このように、磯崎らのポスト・ユニバーシティ・パックを焦点に据えた既往の論考は散見されるものの、情報技術による都市の構想としてサイバネティクスの見地から検討を行い、スマートシティとの関係を論じた研究は見当たらない。本研究は、磯崎らの構想がサイバネティクスの諸概念に基づくものであり、現代のスマートシティの機構とも連関するものであることを明らかにする。また、

磯崎の構想およびサイバネティクスの諸概念が、現代のスマートシティの展望と課題にアプローチする上で有意な参照点となることを示す。

3 〈ポスト・ユニバーシティ・パック〉とサイバネティクス

〈ポスト・ユニバーシティ・パック〉は磯崎新アトリエ（磯崎新、月尾嘉男、三宅英一郎、伊東孝）によって『建築文化』誌1972年8月号の特集「情報空間」に発表された、都市施設の構想である（磯崎新アトリエ 1972）。

磯崎は日本のモダニズム建築に多大な影響を与えた丹下健三の門下生である。1960年代中葉の都市計画の領域では、世界中の建築家や都市計画者の多くがサイバネティクスやコミュニケーション理論の洞察を集めた新たなパラダイムを打ち立てようとしていた。情報の流れと通信ネットワークの概念そのものが建築や都市設計にとって必要な不可欠な要素となっており、なかでも丹下はサイバネティクスの観点を通じて都市設計を再構想する国際的な取り組みに参加していた（Furuhatata 2017）。

丹下はサイバネティクスの洞察を都市のデザインに応用しようとしていたものの、しかしながら、その肝要を捉え損なっていた。モダニズムの建築家や都市プランナーはコーディネーションと組織化の論理に基づいている。磯崎は、このような都市のデザインは「有機体をあらかじめイメージしておらず、「要素の組織化、あるいは組み立ての論理としての構造の発見」を主眼としていることを批判している（磯崎 [1967] 2017, p.422）。丹下は流通論や情報化社会の新たな言説に意識的ではあったものの、その最も優先すべき関心事はやはり構造的な組織化とコーディネーションであった。フルハタの指摘する通り、磯崎の立場からすれば、モダニズムの取り組みや丹下が欠いていたのはフィードバックのモデルである⁽⁵⁾。

磯崎は、都市デザインが「実体論的段階」「機能論的段階」「構造論的段階」「象徴論的段階」の四段階を経て発展するとしている。構造論的段階とは、単なる機能のダイアグラムではなく、ある種の機構へのアロジー、とくに有機体へのアロジーから都市の構造が明確になった段階である。磯崎は、自身も関わった丹下の〈東京計画1960〉などを引き合いに、丹下の都市デザインが構造論的段階にあることを明らかにしている（磯崎〔1963〕2017, p.125）。

他方、磯崎はこのような形態化された実体のパターンのみならず、都市活動の分布、すなわちアクティヴィティ・パターンの解析構成を統合する操作が都市デザインになる、と述べている（ibid., pp.128-129）。また、こうした操作にエレメントのシンボル化という諸方法を導入することによって都市デザインの「象徴論的段階」が導かれるとする。

磯崎は、自身の都市デザインの方法が既存の都市のパターンではなく、象徴論的段階のシミュレーションされたモデルに基づいていると主張している。この点についてフルハタは、建築の象徴論的段階はシミュレーションというサイバネティクス的なロジックに基づいており、コーディネーションという機械的なロジックに基づく構造論的段階とは区別されることを指摘している。

構造的な都市設計の手法がすでに存在する都市からパターンを抽出するのに対し、象徴的な手法はメディア技術のなかで、あるいはそれを通じて考えられたモデルを生成する。丹下がサイバネティクスの知見を都市設計に取り入れようとして構造論的な都市に固執したのに対し、磯崎は情報の「濃度」や「ながれ」、「場」の概念から都市を捉える象徴論的段階を主張していた。磯崎はこうした都市デザインの方法論に基づき、サイバネティクスや通信理論への理解を通じて、（無線信号や見えない情報の流れなどの）瞬間的な情報のネットワークこそが、都市デザイン

の中心的因素になると考えたのである。

磯崎によれば、ポスト・ユニバーシティ・パックとは「《情報コンビナート》とでもよぶべきひとつつの都市施設」のモデルであり、「事務所、研究所、放送局、コンピューター・センター、美術館、博物館、オーディトリアム、図書館、ショッピング・センター、病院研究棟、市役所、アリーナなど、商業施設、文化施設に分類されているような、あらゆる都市施設が、分解されずに、ひとまとめに押し込まれている」（磯崎新アトリエ1972, p.137）。また、「情報の処理と受発信が急速化してきたときに、この都市はひとつの《情報空間》」であり、「このような都市に住む人間にとつての基本的な行動は、さまざまな情報の受発信、すなわち《学習》になる」（ibid., p.137）。学習のための情報が生産され、都市の全空間が学習の場となり、情報テクノロジーがそれを補助する。大学のもつ機構が都市に再編成されたものという意味合いから、磯崎らはこの情報コンビナートのプランを「ポスト・ユニバーシティ・パック」と名付けた。

この構想案はNETWORK、PACK、MEDIA、COMPONENTの4部から成っており、また様々な図式や図面、模型写真で構成されている。磯崎によれば、情報コンビナートは「情報の交信が濃密化した都市」のひとつのモデルであり、ポスト・ユニバーシティ・パックはそのような都市における「象徴的な施設」の意味と形態上の模型である（ibid., p.160）。

磯崎らはこの都市のモデルを情報都市と呼び、またそれがサイバネティック・マシンであることを主張する。磯崎らの理解は解釈を独自に拡張している面はあるものの、サイバネティクスの考え方に基づいている⁽⁶⁾。

ここではサイバネティクスの中心的な概念である「フィードバック」、「通信」、人間と機械の複合システム、すなわち「人間—機械系」の3項目について、それらがどのようにポスト・ユニバ-

シティ・パックの構想に反映されているかを詳しく検討する。

3.1 フィードバック

磯崎らは、とくに建築や都市という既存の技術を応用したり集積したりすることによって成り立つ分野においては、「現実に（フィジカルな面も、ノンフィジカルな面も）社会を形成してきているのはむしろつねにハードウェアであるメディアであり、それに触発されたかたちで社会の活動が起こってきている」と指摘する（ibid., p.138）。これはコミュニケーションという観点から社会を捉える場合に、メッセージのもつ意味内容よりもメディアの形態、なかでもハードウェアを重視するという立場である。その上で、「社会とか都市というものを、情報を中心とした活動として理解するためには、通信が情報源から出て受信者に達し、何らかの行為を生起せしめた段階までを、一つのサイクルと考える」モデルを示し、メディア⁽⁷⁾を情報源から受信者への通信の担体として位置づけている（ibid., p.139）。磯崎らは都市の総体を、空間的および時間的な情報と行為の連鎖を捉えている。また磯崎によれば、分析とは入出力の関係を知ること、すなわちメディア自体の性能を知ることであり、都市の計画とは情報と行動を想定してメディアを編成することなのである。

ここに、磯崎らの構想した都市とサイバネティクス的な発想の関係が見て取れる。サイバネティクスにおけるフィードバック機構とは、工学的文脈における制御装置の一つではなく、行動と目的に関する一般科学の基盤を成すものである。アルトゥーロ・ローゼンブリュートによれば、行動とは周囲に対するある対象のあらゆる変化であり、またその研究とは、対象の出力、および出力と入力との関係を調べることである。磯崎らが考えた都市は、都市を編成するメディアの入出力関係をフィードバック機構によって記述し、またそれらの振る舞いを想定したメディアの配置によっ

て築かれるものなのである。

ゆえにポスト・ユニバーシティ・パックはシステムとして目的的で、またフィードバック機構を備えたものとなる。ある目的値が与えられた場合に、システム自体が出力を測定して現状値との差を計算し、その差を埋める制御を行う。「このような機能を都市へ入れるには都市内に出力を検出する端末と、入力に制御を加える端末を設備することによって可能である」（ibid., p.151）。

3.2 通信

通信とネットワークにおいても、磯崎らのサイバネティクス的な発想が見られる。磯崎らは上述のような目的論的機構が予測的行動を都市に備えることを説く。予測的行動とは、たとえば動物が敵を発見したときに、脈拍が自然に上がり、続いて起こるであろう戦闘に備えるような機能を指す。このような場合、見るというメカニズムと脈拍を速めるメカニズムは微妙にかみ合ったシステムを形成しなければならない。

このようなシステムを構成するためには、ハードウェアとして単なる計算機械ではないコンピューターを備える必要がある、と磯崎らは論じる。また、それらは単に独立したシステム（教育用コンピューター、医療用コンピューター、などのように）の集合ではなく、相互に連絡を持った複合的なシステムとする必要がある。ポスト・ユニバーシティ・パックでは、このような複合的なシステムを実現するため、情報の入出力のパターンとメディアのパターンを分類して整理し、さらに具体的な通信の方式まで検討した上で、ニュータウンを想定したシミュレーションを行っている。都市のシステムと住民とのインターフェイスには5段階のレベルのターミナルを設け、また、それらと都市のシステムをつなぐネットワークや、実現される具体的なシステム（「医療相談システム」「公害監視システム」「エネルギー制御システム」など）を示している。

このようなネットワークあるいは通信は、サイバネティクスにとって本質的である。なぜならば、フィードバックによる制御をもたらすために、出力をフィードバックとして再び入力するためには、メッセージを伝達する通信が不可欠だからである。ウィーナーはどのような制御装置であってもそれを制御するために使う信号は「メッセージ」であり、「制御工学は本質的に通信工学」であるとする（杉本 2008）。

磯崎らは情報理論におけるシャノンらのコミュニケーションモデルを紹介しつつ、「情報の伝達すなわち通信の目的を考えてみると、それは現実の行動にしろ単にその通報を心に留めておくだけにせよ、その通信によって受信者に何らかの行為を生起させることである」と述べている（磯崎新アトリエ 1972, pp.138-139）。ネットワークによる通信を重視する磯崎らの理解は、やはりサイバネティクスと連続したものであることが窺える。

3.3 人間一機械系

さらに磯崎らの構想は、人間と機械の複合するシステム、「人間一機械系」と表現されるシステムを念頭においている。ポスト・ユニバーシティ・パックにおいては、コンピューターによる様々なシステムを通信のネットワークによって連結し複合することによって、全体がネットワークで連結された「都市頭脳」（タウンブレイン）が実現する。磯崎らはサイボーグを引き合いに出し、フィードバックモデルの図式を示しつつ、人間と機械との混成によって実現される恒常性維持（ホメオスタシス）の自己調節システムを「人間一機械系」と呼ぶ。

磯崎らは往時のメディア論の思潮やコンピュータ技術の進展を踏まえ、都市を人間の頭脳（肉体）に連続する技術的拡張と捉えて構想していた。「都市頭脳による環境制御という総合的で巨大なプロジェクトは、現代の人類がもちうる全く新しい機械であり」、「現代における精神的イニシアチブは、

コンピューターの持つ超人間的レベルの計算能力だけであるという事実に触発された想像力によって作り出されたものである」（ibid., p.146）。

コンピュータによる数的処理と生物の神経系のメカニズムに着目し、それらを同一のものと見なして記述することは、サイバネティクスの根幹を成す。サイバネティクスの起源となった「神経活動に内在する観念の論理的演算法」において、ウォーレン・マカラックとウォルター・ピッツは生物の神経系の活動と論理演算が形式として同じであることを主張した（McCulloch and Pitts 1943）。神経活動が形式論理の演算であるならば、神経系のネットワークは論理回路である。マカラックとピッツの示した形式ニューロンのモデルは、デジタルコンピュータによって計算可能なものであると考えられた。

さらに都市頭脳は環境を制御しつつ、新たな日常的環境（フィジカルエンバイラメント）を生成し、それが人間の行為（アクティビティ）を作り上げる。それは人間一機械系をメディアとした人間と環境との動的な過程である。ポスト・ユニバーシティ・パックでは、「メディアをレイアウトするということによって、そこに発生してくるアクティビティを記述できることになる」と磯崎らは述べている（磯崎新アトリエ 1972, p.147）。

都市頭脳によって制御されるフィジカルエンバイラメントを一つの総合的な人間一機械系と見なすとき、そこにはホメオスタシスが形成される。そしてその定常状態を出現させる環境の保護膜、あるいはアクティビティの培養器となるものを、磯崎らは「エンバイラメント・パッケージ」と名付けた。エンバイラメント・パッケージは、内部環境に人間一機械系のフィードバックを働かせることでホメオスタシスを成立させながら、外部環境からも影響を受けるオープンシステムなのである。磯崎らはポスト・ユニバーシティ・パックを「エンバイラメント・パッケージ」として構想し、それらを制御するメディアの系が実在化したも

の、すなわちハードウェアのコンポーネントの選択と複合によって実現しようとしたが、このような複雑なシステムを成立させるためにはコンピューターを備える必然性があった。

4 サイバネティクス都市と現代のスマートシティ

前節までに確認したとおり、磯崎らの構想したポスト・ユニバーシティ・パックは情報技術を都市に適用し、その複雑な機構をコンピュータに担わせることによって、システムとして成立させるモデルであった。それはフィードバックによる目的論的な制御、それを支える通信のネットワーク、コンピュータによる処理と生物の神経系とを複合させ同一の機構として取り扱う人間一機械系への志向など、サイバネティクスの本質的な諸要素に基づいたものである。

本節では、情報技術を援用した都市として今日考えられているスマートシティと磯崎らの構想の相同と相違を検討し、その観点から現代のスマートシティが有する展望を考察する。

現在展望されているスマートシティの構想においては、一般的にも個別具体的なプランにも、フィードバックや制御といった表現を用いた直接的な記述はほとんど見られない。他方、それらには「最適化」を目指した言及が散見される。たとえば日本のいくつものスマートシティ・プロジェクトに関わる越塚は「スマートシティの目指す先」のひとつとして「全体最適化」を挙げている（越塚 2023, pp.164-165）。都市の課題における個別最適化で満足するのではなく、ICTが特長とする情報のスケールメリットを生かした都市の全体最適化に踏み出すことが重要である、と越塚は主張している。

コンピュータを用いた最適化は、フィードバックと制御のテクノロジーによってもたらされる。ある目的に向けて数値的な、コンピュータによって計算可能な達成目標を設定し、ネガティブ・

フィードバックによる現状値と目標値の差の計算から、現状を目標に近づける制御を行うメカニズムは、サイバネティクスの中心にある目的論的機構である。今日のスマートシティにおいて目指されている最適化は、磯崎らがポスト・ユニバーシティ・パックで構想したのと同様に、フィードバックによる目的論的な制御によってもたらされる。すなわちそれは、情報都市のシステムのメカニズムと同じく、サイバネティクスに基づくものとなっている。

2000年代末以降現在に連なるスマートシティへの関心は、当初より環境やエネルギーの問題解決を目指すことにあった（内閣府 2023, p.9）。環境・エネルギー分野は現在の政策においてもスマートシティが解決すべき主要な課題の一つとされており、現在ではサービスが様々に検討され、実施されている。一方、ポスト・ユニバーシティ・パックにおいても、こうした課題に対応するシステム（サービスネットワークモデル）として、たとえば「公害監視システム」や「エネルギー制御システム」のモデルが示されていた。あるいは、「キャッシュレス・システム」や「自動検針システム」、「医療相談システム」など、現代のスマートシティにおいて考案されているサービスと似通ったものが多く提示されている。それらにはファクシミリや電話回線の交換機など時代がかかった機器が組み合わされており、機器の性能や規模に違いが見られたりはするものの、仕組み（機構）は現代のスマートシティのサービスと根本的に同じであるものが数多く示されている。このことはまた、それらの個別のサービスにテクノロジーを適用するあり方の前提に、コンピュータを用いた最適化すなわち、サイバネティクスと同じ、フィードバックによる制御が考えられているためである。

情報通信についても、スマートシティの展開において、その先端技術の開発が注目されている。中尾彰宏（2023）は、次世代の通信技術である

Beyond 5G/6Gのネットワークなどを「都市の相互接続と共存進化を支えるサイバーインフラ」として紹介している。また、ローカル5GネットワークやLPWA（低消費電力広域無線技術）などの最新通信技術を用いた中尾の関わる実証実験を解説している。越塚もまたBeyond 5G/6Gなどの最先端通信技術を「スマートシティの技術背景」として位置づけており、「UbicompやIoT, 5G/6Gネットワークといったものは、スマートシティの中で、データや制御を交換するための技術とインフラ」であると指摘する（越塚 2023, p.161）。

通信の品質を表す指標（KPI）には通信速度、遅延時間、接続端末数等が挙げられるが、次世代通信は世代が一つ進むごとに1-2桁の性能が向上するほどの成長を遂げ、超大容量・超低遅延・超多接続化が進んでいる。こうした次世代の通信がスマートシティに要求されるのもまた、前述のとおり、それがサイバネティクスに基づく設計となっているためである。ある目的に向けた目標値と現状値との差は、メッセージの通信によってフィードバックされる。制御をより精確なものとするためには、より多くのセンシングされたデータを絶え間なくフィードバックすることが目指される。

たとえば、スマートシティに課題解決が求められる大きな領域のひとつに、交通・モビリティの分野がある。遠隔型の自動運転車（遠隔型自動運転システム）は課題解決案としてよく示される手段であり、実証実験も日本各地ですでに様々に行われている。自動車の遠隔運転制御の場面において、より高精度（すなわち大容量）のセンシング・データやより高頻度（低遅延）のセンシングと操作を実現する通信が求められることは言うまでもないことだろう。

最後に、都市の発展過程とそのシステムが、ポスト・ユニバーシティ・パックと現代のスマートシティにおいてそれぞれどのように構想されているかを検討する。

ポスト・ユニバーシティ・パックは、前節の冒頭にも述べた通り、大学のものと機関を都市に再編成するものとして構想された。都市に住む人間にとての基本的な行動は、情報の受発信すなわち学習であり、都市の中心施設では学習のための情報が生産される。磯崎らは、情報テクノロジーの発展によって都市住民にもたらされるものが学習であることを念頭に、都市頭脳による人間一機械系のパッケージを構想した。それは「広大な環境を自然と都市頭脳の共同作用により制御すること」を可能とする新しい道具であり、「人間と環境とは人間一機械系を媒体にして、一つの」総合的なシステムを作り上げると磯崎らは述べている（磯崎新アトリエ 1972, p.146）。

ポスト・ユニバーシティ・パックという情報都市は、発展過程としてフィードバック機構を備えた目的的な段階を経て、さらに様々なシステムを通信によって連絡させた複合システムによって、予測的行動を備えるとしている。磯崎らは「現段階では、ここまで〔注：予測的行動のレベル〕をタウンブレインを中心として構成し、その先は目標として語ることを明確にしておく必要がある」としつつも、情報都市のこれより先の指導的理念は学習機能となると述べる。そしてその理念の発展的未来として、ある機関が故障した場合でも他の機関を代用して目的に向かう自己組織性、さらにより高次の目的のために与えられた目的を自分で変更できるような進化物システムを予期している。

他方、現代のスマートシティにおいては、すでに多様で豊富な情報通信技術を活用した都市サービスが構想され、また社会実装が進められている。現在のスマートシティの開発は、各サービスの開発に軸足を置いた段階を超え、その社会実装の方法やエコシステムに主眼が置かれている（越塚 2023, p.172）。この段階の目標を実現するに際しては、スマートシティの取り組み全体の設計図である「スマートシティアーキテクチャ」を構築することと、スマートシティのシステムの基盤と

なる「都市OS」が重要であるとされる。

都市OSとはスマートシティにおける都市サービスを実現するときに、共通的に必要となる機能やデータをプラットフォームとして備えたものである。これは多くのサービスやアプリケーションが必要とする機能を共通化する仕組みであり、コンピュータシステムにおけるOS（オペレーティングシステム）と同様の役割を果たすものである。ただし越塚によれば、都市OSはパーソナルコンピュータやスマートフォンのOSなどとは性質の異なるもので、一度調達し設置すれば同じものとして機能するのではなく、「その都市で提供されるサービスと一体となり、またそれらのサービスの発展に追従して、OS自体も変わるダイナミックなシステム」であるとされる（ibid., p.174）。

都市OSが備える機能の中心は都市データの共有と連携である。都市の全体最適化や効率化、ダイバーシティの進展などを推進するためには、都市の中にある様々なデータを利活用するための都市OSの支援が不可欠であるとされている。このようなデータ駆動型社会のモデルとして、日本の第5期科学技術基本計画においてはSociety 5.0が提唱されており、スマートシティはその先行的な実現の場であるとされている（内閣府 2023, p.9）。Society 5.0は「すべての人とモノがつながり、様々な知識や情報が共有され、今までにない新たな価値を生み出すことで」社会における経済発展と社会的課題の解決を目指すものである。

今後のスマートシティの展開には、すべての人とモノをつなげることで社会的な課題の解決を図る、またサービスの発展に追従して基盤自体も変更されるダイナミックなシステムを構成するなどのエコシステムを形成することが重視されている。これらは磯崎らの構想に鑑みれば、人間一機械系、すなわち人と機械とを複合した平衡調節システムや、予測的行動や学習機能に続く未来として予期されていたものと近しいものである。

ただし、磯崎らはポスト・ユニバーシティ・パッ

クの空間について、「必ずしも生産性といった効率の概念だけでは測定できないもので、あいまいで未分化な行動や情報交換形態を包含している」とも述べている（磯崎新アトリエ 1972, p.159）。一方、現代のスマートシティは「高度に発達した情報通信技術を用いることで、データの生成や蓄積、複製、伝達、分析や解析」によって「世界中のあらゆる人々に社会変革を実現するチャンスが与えられている。現代では、データの力を利用して、地球規模の問題から、日常生活の課題解決に至る、あらゆる問題解決に世界中が取り組んでいる。」（越塚 2023, p.177）

磯崎は後年、構想について「振り返ってみれば、現在問題になっているような、パーソナルなレヴェルまですべての情報をコントロールしてしまうということを考えていた」と述べている（浅田・磯崎2020, p.29）。

Apple Watchで身体情報を全部送っている。ああいった装置や生体認証で個人が認証できるようになつたら、それが社会システムそのものになっていき（……）そういうものが作動しているのが都市だという定義になるんじゃないかなと思うんです。それが国家かどうかはわからない。この途中のところを誰かが乗つとれば、それが国家になるというか、全体主義としてコントロールできるんじゃないか。（ibid., p.29）

磯崎は「都市を支えるコンピューターが超大型化し、これに樹状に端末がぶら下がるというシステム」となっていることを「錯誤」と論じ（オブリスト・磯崎2001, p.89），あるいは「これは結局何の成果も出ないまま、空中分解してしまった」（浅田・磯崎〔1985〕2020, p.36）と言及するなど、構想が都市の中央に超人工頭脳のようなスーパーコンピュータを想定していることについてたびたび自己批判的に論じている。さらに80年代以降の今日的なネットワーク型のウェップ世

界に対し、構想の往時には70年代初頭の時代の制約があったと述べている。

一方で、フィードバックによって現状値を目標に近づけるサイバネティクスの観点からすると、磯崎の構想においても、クラウド・コンピューティングによるネットワーク型の分散処理を想定している現代のスマートシティにおいても、前述のようなコントロールの機構は同様に見出される。基盤となる都市OSがクラウド上に構築され、スマートシティを支える様々なシステムが分散型のネットワークとして構成されても、その基底にはサイバネティクス的な制御のメカニズムが存在する。

磯崎らは、情報技術が適用された都市においては人間一機械系を媒体として都市頭脳が架構され、環境の制御とアクティビティの生成が行われると考え、その概念的なモデルとしてポスト・ユニバーシティ・パックを構想した。その中心的な機構としてサイバネティクスのメカニズムを据えた磯崎らの構想やモデルは、情報通信技術による課題解決を掲げる現代のスマートシティを展望する上で、意義深い参照点になりうるものである。

5 結論

本研究では情報技術による都市構想の端緒の事例として、磯崎らによる〈ポスト・ユニバーシティ・パック〉をその課題とともに取り上げ、その構想がいかにサイバネティクスの諸概念に基づいていたかを検討した。磯崎らの構想は、単に高度に発展したコンピュータ技術をまちづくりに取り入れたものではなく、1972年当時のテクノロジーの発展段階においても、制御や通信、人間と機械の複合により機能する系（人間一機械系）といったサイバネティクスの思想に基づき、都市をデザインしたモデルであった。

また本研究は、磯崎らの構想にあるサイバネティクス的着想と、今日のスマートシティを構成するシステムの諸要素との相同を考察した。両者

に共通するのは、ともにコンピュータを援用した都市であることだけではない。スマートシティの目指す全体最適化は、都市の諸要素をコンピュータによって計算された達成目標に近づける、目的のある制御によって果たされる。現代のスマートシティは、ポスト・ユニバーシティ・パックと同様に、フィードバックによる目的論的な制御のメカニズムを有している。またその制御をより精確に行うため、より多くのデータを絶え間なくフィードバックする通信を実現することが目指されている。

さらに、現在のスマートシティの開発は、個別のサービスを社会実装するだけでなく、社会実装の方法や都市としてのエコシステムの形成を課題とする段階にある。データ駆動型社会では、経済発展や社会的課題の解決を図るため、コンピュータによってすべての人とモノをつなげるシステムが構想されている。そのようにして様々な知識や情報を共有し、新たな価値を生み出す都市の基盤システムとして、スマートシティには都市OSを導入することが目指されている。スマートシティとポスト・ユニバーシティ・パックは、ともに人・社会と機械を融合させる、すなわち人間と機械との複合によって構成される制御の系である。ポスト・ユニバーシティ・パックの生み出そうとした都市頭脳という新たな機械のメカニズムは、現代のスマートシティにおいて、都市OSとして実現されようとしている。

磯崎はポスト・ユニバーシティ・パックを発表する以前、1967年の論考において、未来の都市はコンピュータに連結されたシステム・モデルとして再編成されると主張している。都市を構成するシステムの解析はコンピュータによってなされ、都市空間の論理はサイバネティクスによって支えられる（磯崎 [1967] 2017, pp.417-420）。磯崎の考えた未来の都市、すなわちポスト・ユニバーシティ・パックと、現代のスマートシティに通底する思想と技術は、サイバネティクスとコン

ピュータである。今後のスマートシティ構想を考察する上では、コンピュータだけでなくサイバネティクスにも目を向けなければならない。スマートシティを構成する中心的な機構は、それらがもたらす機械と人・社会とが混成するシステムへの制御なのである。

最後に、本研究に残された課題について述べる。今後のスマートシティを展望する上で、その倫理的設計の議論は避けがたい。磯崎らの構想は、都市に住む人間の基本的な行動が学習になると見定め、大学の持つ機能を都市に再編成する、あるいは大学が都市と合体するものであった。また、都市頭脳がもたらす環境の制御によって、人間のアクティビティが生み出されるという、磯崎らの明確な主張が反映されていた。

他方、研究目的の節でも述べたように、現代のスマートシティのテクノロジーは、人間のアクティビティも監視を行い、制御する対象として相対化する。人や社会を含む系に展開される種々のサービスを都市としてまとめ上げることは、サイバネティクスの観点からすれば、様々な制御の(サブ)システムを連結し、計算可能すなわち制御可能な領域を、人や社会をも含みこみ、都市の中に広げていくことにはかならない。人や社会が制御の対象として念頭に置かれている以上、公平性や包摂性、透明性やプライバシーの確保といった都市の倫理に関する議論を深めなければならない。

機械と人・社会によって混成されるサイバネティックなシステムにおいて、そこに働く制御の倫理的な設計は重要な論点である。河島茂生(2020)は人間と機械とに等しく働く制御の理論であるサイバネティクスから派生しつつも、人間と機械との同質性のみならずそれらの異質性にも着目するセカンド・オーダー・サイバネティクスの理論が、その議論の根幹になりうることを提唱している。スマートシティの倫理に関する議論においてもまた、都市の実践に(ファースト・オーダーの)サイバネティクスが存することを踏まえ

つつ、セカンド・オーダーの理論を参照した検討を行うべきである。

注

- (1) 「スマートシティ」の概念には統一的な定義がないこと、またそのことが学術的な観点からの批判を難しくしていることは Rönkkö et al. (2018) や Krivý (2018) などにおいて指摘されている。鶴指他(2023)は国際機関や世界の各国政府のスマートシティの定義を整理し、スマートシティの定義は各々の国や主体によってもまた一様ではないものの、実現する「目的」とそのための「手段」を要素とする構造が共通していることを明らかにしている。本研究はこれらの議論を参照しつつ、情報技術を援用した都市であり、またその実施主体によって「スマートシティ」と名指されている構想をスマートシティとして論じる。
- (2) 佐幸(2023)の原文は「コンピュータ・エディテッド・シティ」となっているが、これはおそらく誤記である。また「今から30年ほど前」のアイディアとされているが、磯崎らの構想は発表のうちに改題された経緯があり、当初の〈ポスト・ユニバーシティ・パック〉の初出は1972年である。
- (3) サイバネティクス研究のこうした主張の誤解によって、人間や社会をあまりにも機械論的に捉えすぎているという批判がある。たとえば同じ研究の流れから生まれたシャノン=ウィーバーのコミュニケーションモデルは、社会学的な視座と実効性を持つものとして誤読され、不毛な人間機械論のイメージを伝播してしまったとされる(チエン 2012)。こうした初期サイバネティクスの難点を乗り越えるために生まれたのが、二次観察という特権的な能力に着目するセカンド・オーダー・サイバネティクス

- である。
- (4) ドゥルーズの “les sociétés de contrôle” (the societies of control) は日本語では「管理社会」が定訳である。一方、工学における“control”的語の一般的な訳語は「制御」であり、サイバネティクスの領域でもこれは同様である。訳語を「管理」としてしまうとトップダウン型の一元管理的な権力図式を想起させるため、またcontrolが産業技術の発達に連なる概念であることを強調するため、本研究では北野(2014)の主張に倣い、「制御社会」の表現を用いる。
- (5) 丹下も「日本列島の将来像——東海道メガロポリスの形成」において、「フィードバック」の語を用いている(丹下[1970]2011, p.79)。これは都市の有機体構成が必然的に高度化することを念頭におきながら、その長期的な見通しにしたがって「短期・長期の行ったり来たりをくり返し」ながら将来像を描くことを指したものである。丹下はこの論考において制御機構の重視を主張しており、「成長と変化の過程で均衡を維持するシステムとメカニズムを研究し開発してゆくことも、一つの大きな目標となる」とも述べている。したがって丹下の言及もまた、目的論的機構が備えるフィードバックの概念を想定している可能性がある。ただし、この論考の力点が磯崎ならびに本研究が議論の対象とする、都市におけるフィードバックのモデルではなく、あくまでそのコミュニケーションを支えるインフラストラクチャーの構造の変革にあることは、論考全体を通して確認できる。
- (6) たとえば情報理論におけるエントロピーの概念を「カントロピー」と「シントロピー」という量に置き換えたり、「行動、目的、目的論」においてローゼンブリュートとヴィーナー、ジュリアン・ビゲロウが示した図式の一部の項目を書き換えたりといった変更がなされている。しかし、これらの独自の解釈はサイバネティクスの諸概念を現実の都市に応用するためのものであり、本来のサイバネティクスの論じ方と根本的に相反するものではない。
- (7) 本研究には「メディア」と「メディウム」の表記が混在しているが、参照している文献の記述に合わせたものとしている。磯崎らの構想において、これらは本質的に等しい概念である。

参考文献

- 浅田彰・磯崎新(1985)「アイロニーの終焉」,『現代思想』8月号 第13巻第9号, 青土社。(再録: 2020,『現代思想』3月臨時増刊号 第48巻第3号, 青土社, pp.31-50.)
 ———(2020)「暴走するアーキテクトの現場」,『現代思想』3月臨時増刊号 第48巻第3号, 青土社, pp.8-30.
- Beniger, J.R. (1986): *The Control Revolution: Technological and Economic Origins of the Information Society*, Harvard University Press.
- Deleuze, G. (1990): *Pourparlers: 1972-1990*, Minuit, 宮林寛訳(2007),『記号と事件』, 河出書房新社.
- ドミニク・チェン(2012)「コミュニケーションの発生と継承」,『現代思想』11月臨時増刊号 第40巻第14号, 青土社, pp.164-171.
- Furuhasha, Y. (2017): *Architecture as Atmospheric Media: Tange Lab and Cybernetics*, Steinberg, M. and Zahlten, A. ed., *Media Theory in Japan*, Duke University Press, pp.52-79.
- 飯田豊(2020)「磯崎新のメディア論的思考」,『現代思想』3月臨時増刊号 第48巻第3号, 青土社, pp.227-241.
- 石田英敬(2020)「サイバネティクス都市のアル

- ケオロジー」,『現代思想』3月臨時増刊号 第48巻第3号, 青土社, pp.221-226.
- ハンス=ウルリッヒ・オブリスト・磯崎新(2001)「領域を横断する反建築」, 磯崎新『反建築史』, TOTO出版, pp.72-89.
- 磯崎新(1963)「都市デザインの方法」,『建築文化』1963年3月号. (再録: 2017,『空間へ』, 河出書房新社, pp.108-141.)
- (1967)「見えない都市」,『展望』1967年11月号. (再録: 2017,『空間へ』, 河出書房新社, pp.399-428.)
- 磯崎新アトリエ(1972)「POST UNIVERSITY PACK」,『建築文化』No.310, pp.137-160.
- 河島茂生(2020)『未来技術の倫理』, 勇草書房.
- 北野圭介(2014)『制御と社会』, 人文書院.
- 越塚登(2022)「経年“優化”するスマートシティ」,『人工知能』37(4), pp.404-412.
- (2023)「都市におけるデータプラットフォームとイノベーション」,高木聰一郎編『インターネット・オブ・プレイス』, 東京大学出版会, pp.155-183.
- Krivý, M. (2018): Towards a critique of cybernetic urbanism: The smart city and the society of control, *Planning Theory*, Vol.17(1), pp.8-30.
- 松井茂(2020)「繰り返し語り, 駆られる《コンピュータ・エイディド・シティ》をめぐって」,『現代思想』3月臨時増刊号 第48巻第3号, 青土社, pp.242-255.
- Medina, E. (2011): *Cybernetic Revolutions*, MIT Press, 大黒岳彦訳(2022),『サイバネティクスの革命家たち』, 青土社.
- McCulloch, W.S. and Pitts, W. (1943): A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity, *Bulletin of Mathematical Biophysics*, Vol.5, pp.115-133.
- 内閣府(2023)『スマートシティリファレンスアーキテクチャ(ホワイトペーパー)』第2版, 科学技術・イノベーション推進事務局.
- 中尾彰宏(2023)「都市の相互接続と共存進化を支えるサイバーインフラ」,高木聰一郎編『インターネット・オブ・プレイス』, 東京大学出版会, pp.205-230.
- Parsegian, V.L. (1972): *This Cybernetic World of Men, Machines, and Earth Systems*, Doubleday & Company, 渡辺茂・三浦宏文訳(1975),『サイバネティクス』, 河出書房新社.
- Rönkkö, E., Herneoja, A. and Oikarinen, E. (2018): Cybernetics and the 4D Smart City: Smartness as Awareness, *Challenges*, 2018, 9, 21.
- 佐幸信介(2021)『空間と統治の社会学』, 青弓社.
- (2023)「スマートシティで安樂の夢をみることができるか」,水嶋一憲・ケイン樹里安・妹尾麻美・山本泰三編著『プラットフォーム資本主義を解読する』,ナカニシヤ出版, pp.97-110.
- 杉本舞(2008)「ウィーナーの『サイバネティクス』構想の変遷」,『科学哲学科学史研究』第2号, pp.17-28.
- 高木聰一郎編(2023)『インターネット・オブ・プレイス』, 東京大学出版会.
- 丹下健三(1970)『建築と都市』, 彰国社. (再録: 2011,『復刻版 建築と都市』, 彰国社.)
- 鶴指真志・澤村治基・鈴木雄大・酒井聰佑(2023)「スマートシティの定義に関する国内外の文献収集調査」,『国土交通政策研究所紀要』第81号, pp.3-19.