

システム思考における目的論理と社会倫理について IX

ヘルマン - ピラース「技術圏」概念について

On System Thinking, Teleological Structure and Social Morality IX Herrmann-Pillath's "Technosphere" As a New Discipline

Yasumasa Arai

Minami-Tsukushino, Machida, Tokyo, Japan

E-mail: araraiypoll1a@ozzio.jp

荒井康全

東京都町田市南つくし野

042 795 3348

Abstract:

General System Thinking is a discipline of an object under concern to be taken as organized fundamental frame with objectives and constraints. I especially look into the meaning of decision making taken into account as "human free will" and "natural causality", so-called, that is to be said. I enquire into the concept of purpose in its human and social dimensions.

In this context, I take here, again a Carsten Herrmann-Pillath's paper, and present its translation work into Japanese language. His paper is the philosophical case for 'technosphere science' that draws on results of many other disciplines reaching from physics to the social sciences and humanities.

In this paper, I also add my comment essays for it.

Keywords: Anthropocene, Technosphere, Anthropocentrism, Artefacts, General theory of evolution, Functions, Networks Agency, Energy, Information, Thermodynamics, Maximum power, Categorical imperative

要約: 一般システム思考は、目的と制約条件をもつ対象に関する理論である。著者は、これを人間自由意志と自然因果関係とに還元して意思決定の意味を展開し考察してきた。これらは、システム思考と一般目的論の論理構造と社会倫理への「構成的説明」であり、とくに異なる価値体系との共約不可能性への解明に焦点が当てられてきた。

本報は、その思考枠組み一環としてカルステン・ヘルマン - ピラースの論文である「「技術圏」科学、新しい学領域のための考察」の翻訳と考察をおこなうものである。

キーワード: アントロポセン, 技術圏, 人間中心主義, 人工体, 一般進化論, 機能, 関数, ネットワーク, 機関, エネルギー, 情報, 熱力学, 最大出力, 定言命題

(目次)

This translator's Summary

はじめに

Herrmann-Pillath の略歴

(第一部)

I. 原論文の章節から

標題：「技術圏」科学、新しい学領域のための考察

カルステン・ヘルマン - ピラース

エアハルト大学 マックス・ウェーバー先進文化と社会研究研究所 ドイツ

Abstract

Keywords

要約

キーワード

原論文目次

1. 1 序論：我々は「技術圏」科学という新しい科学を必要とするか？
1. 2 「技術圏」とは何か？ 人工的なものの境界
1. 3 人工体と「技術圏」の化学：自己触媒
1. 4 「技術圏」のネットワークにおける分散化された機関 (agency)
1. 5 機能、情報そして人間意思について
1. 6 「技術圏」、一元化された存在論的枠組みとその進化
1. 7 「技術圏」進化の普遍的法則はあるか？
1. 8 結論として：「技術圏」における人間自律

原論文謝辞

原論文参考文献

2. 本稿著者の考察とコミュニケーション
2. 1 ヘルマン - ピラースの経済学 of 自然哲学的展開について
2. 2 ヘルマン - ピラースの「技術圏」という思想について
2. 3 Herrmann-Pillath との交信

3. 本論文のまとめとして
3. 1 ~ Pillath の論文からかんがえること；「技術圏」それ自身が意味があるのか？～
3. 2 (付録ノート)

本稿著者のメモ Arai's note: 熱力学と情報理論

(本文)

This translator's Summary:

This paper constitutes of two parts:

The first part is the translation of Herrmann-Pillath paper into Japanese language, worked by this author, and the second part is this author's essay of comments.

1. As for the first part:

Tilte; Carsten Herrmann-Pillath, "The Case of a New Discipline: Technosphere Science", *Ecological Economic*, Elsevier, 2017

In this paper, Herrmann-Pillath claims two of radical claims:

First, he defends the view that we need a new scientific discipline for the study of the technosphere, and its basic conceptual aspects to provide its foundations.

Second, he suggests a 'Copernican turn' in the study of the Anthropocene in raising research into the technosphere to the status of an independent scientific discipline comparing with biology.

'Anthropocene': As new geological epoch, humans seem to reign absolutely, and technology is just a human creation. Yet if the central phenomenon embodied in the geological strata is 'artefacts' that are parts of the technosphere, we might wonder whether a better designation of that geological era would "Technocene" or "Anthropocene"

'Anthropocene': In simplest terms, if we notice the ubiquity of artefacts in geological sediments, so, he takes it for just what it is, namely evidence for emergence of the technosphere.

In this sense, he gives the discourse in the following way:

1. Introduction :Do We Need a New Science of the Technosphere?
2. What is the Technosphere? The Boundary of the Artificial
3. Artefacts and the Chemistry of the Technosphere:Autocatalysis
4. Agency Distributed in Networks of the Technosphere
5. Function, Information and Human Intentionality
6. Evolution as Unifying Ontological Framework of Technosphere Science
7. Are there Universal Laws of Technosphere Evolution?
8. In Lieu of Conclusion: Human Autonomy in the Technosphere

So, the readers are recommended as their mind of keeping this context, in the following keywords taken along as the above discourses

Anthropocene,
Technosphere
Anthropocentrism
Artefacts
General theory of evolution
Functions
Networks
Agency
Energy and information
Thermodynamics
Maximum power
Categorical imperative

2. Yasumasa Arai, this article author's essay of comments.

2.1 Essay of Herrmann-Pillath's Economic as extending to Natural Philosophy

2.2 Essay of Herrmann-Pillath's Claim as a new discipline of 'Technosphere'

2.3 Communication to Herrmann-Pillath

3. Summary

3.1 What is my thought: Technosphere and its meaning

3.2 Arai's memo: my resume for further investigation needed.

Appendix: Arai's note: Thermodynamics and Information theory

はじめに

この論文はふたつの部分で構成される；

第一部は C. ヘルマン - ピラースの以下の論文の本稿筆者による和訳と脚注である；

第二部は、本稿筆者の本ヘルマン - ピラースの論文への随筆風コメントである。

(第一部として)

1. 翻訳

題名：カルステン・ヘルマン - ピラース、『新学領域「技術圏」科学のケース』

Carsten Herrmann-Pillath, "The Case of a New Discipline: Technosphere Science", *Ecological Economic*, Elsevier, 2017

この論文で、ヘルマン - ピラースは本人の表現を借りればふたつの「過激な要求」を提示する。第一は、「技術圏」の研究に対して新たな科学領域とその基礎を与える基本的な概念視点が必要であること。第二は、これは'Anthropocene'の大枠のなかの生物学に対比すべく位置付けとして、独立の学領域「技術圏」の研究をおこすべきであること。これは言われるところの地球地質学上の「人新世」'Anthropocene'の研究で「コペルニクスの転換」があるとする。

「人新世」'Anthropocene'は、地質学上のあたらしい紀として、人類が絶対的に支配する様相の紀であり、技術は人類による創生であるとするものである。しかし、もし地質層での中核的な実体をみるなら、そこは「技術圏」の一部分である'artefacts'「人工体」の層であり、「技術世」'Technocene'と呼んでも不思議ではない。

この意味で、彼は本論で以下の構成で論を進める；

1. 1 序論：我々は「技術圏」科学という新しい科学を必要とするか？
1. 2 「技術圏」とは何か？ 人工的なものの境界
1. 3 人工体と「技術圏」の化学：自己触媒
1. 4 「技術圏」のネットワークにおける分散化された機関 (agency)
1. 5 機能、情報そして人間意思について
1. 6 「技術圏」、一元化された存在論的枠組みとその進化
1. 7 「技術圏」進化の普遍的法則はあるか？
1. 8 結論として：「技術圏」における人間自律

彼があげている以下のキーワードを、意識して、本論を読まれることを助言としたい。

Anthropocene (人新世もしくは、アントロポセン)

Technosphere (「技術圏」)

Anthropocentrism (人間中心主義)

Artefacts (人工体)

General theory of evolution (一般進化論)

Functions (機能 (関数))

Networks (ネットワーク)

Agency (機関)

Energy and information (エネルギーと情報)

Thermodynamics (熱力学)

Maximum power (最大出力)

Categorical imperative (定言命題)

(第二部として)

2. 本稿著者の考察とコミュニケーション

2. 1 ヘルマン - ピラースの経済学の自然哲学的展開について

2. 2 ヘルマン - ピラースの「技術圏」という思想について

3. 本論文のまとめとして

3. 1 Pillath の論文からかんがえること ; 「技術圏」それ自身が意味がるのか? ~

3. 2 (付録ノート)

本稿著者のメモ Arai's note: 熱力学と情報理論

~~~~~

Carsten Herrmann-Pillath の略歴 (W i k i p e d i a より) <sup>i</sup>

ヘルマン - ピラース (1959 年 2 月 24 日 ドイツ Dessau, Saxony-Anhalt 生まれる) はドイツ人の経済学者・支那学者。彼はドイツ、エアハルト大学の進化経済学教授でありマックス・ヴェーバー先進文化社会研究センターの終身フェローである。

彼の基本的な哲学源はヘーゲルとパースである。進化とエコロジー経済学の分野で、経済成長の理論を提唱している。これは、エネルギーと情報の概念を基本的構築ブロックとして取り込んでいくものである。

(第一部)

I. 原論文の章節から

「技術圏」科学、新しい学領域のための考察

カルステン ヘルマン-ピラース

エアハルト大学 マックス・ウェーバー先進文化と社会研究研究所 ドイツ

**The Case for a New Discipline: Technosphere Science**

**Carsten Herrmann-Pillath**

Max Weber Centre for Advanced Cultural and Social Studies, Erfurt University,  
Germany

出典

Contents lists available at ScienceDirect

Ecological Economics

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ecolecon](http://www.elsevier.com/locate/ecolecon)

キーワード :

Anthropocene (人新世もしくは、アントロポセン)

Technosphere (「技術圏」)

Anthropocentrism (人間中心主義)

Artefacts (「人工体」)

General theory of evolution (一般進化論)

Functions (機能 (関数))

Networks (ネットワーク)

Agency (機関)

Energy and information (エネルギーと情報)

Thermodynamics (熱力学)

Maximum power (最大出力)

Categorical imperative (定言命題)

Abstract:

This paper submits the philosophical case for establishing ‘technosphere science’ that draws on results of many other disciplines, reaching from physics to the social sciences and humanities.

I present claims about the type of entities that are studied by technosphere science and their causal relationships, and introduce central organizing concepts, such as ‘information’ and ‘function’.

概略:

この論文は、「技術圏」科学‘technosphere science’を確立するための哲学的ケースとして提出するものである。これは物理学から社会科学および人文学に及ぶ多くの各学問からの成果から帰着する科学である。

著者は「技術圏」科学、ならびに、それが科学としての起因関係についてその実体形式としての位置付けを要請するものである。この実体は「情報」と「機能」‘information’ and ‘function’のような求心的組織概念 central organizing concepts を導入するものである。

「機関」 agency はもはや人間の専有的特性としては見られないのであり、存在論的に分散した実体のネットワークにおいて分散してみるべきものである。

「技術圏」科学は、「ネットワーク」の様々な使用についてたとえば、「相似則」 scaling laws のような学門領域を超えた概念を俎上にあげ、さらに生物学的進化をこえての一般化をする普遍的進化枠組みを構築するものである。

この展望において、「経済」 economy は、人間行動が「技術圏」の再生と成長とに機能的に関係する媒体であるとするものである。

著者は、如何に人間自律と倫理的関与が可能であることを証明することをもって結論とするものである。

2. 1 序論：我々は「技術圏」科学という新しい科学を必要とするか？<sup>1</sup>

「人新世」Anthropocene とよぶあたらしい地学的時代的な定義は、特定の現象にその視点を置くものである。それは、最近の地学的堆積（沈殿物）において、これを人間「人工体」human artefacts の巨大な発生を現象としてみるものである(Williams et al., 2016; Zalasiewicz et al., 2017a)。

これら「人工体」は人間技術的な創造からの生産物である。

ある研究者は「技術圏」‘technosphere’という用語を導入したのであるが、これは「人工体」根源の同定と、地球システム Earth system でのシステムの全体性、常時性、および不偏性 systemic totality, ubiquity and pervasiveness を参照するものである(Haff, 2012; Haff 2014b Herrmann-Pillath, 2013: 485ff)。

この用語は「人新世」Anthropocene 研究での新しい場において人口に膾炙しつつあるものである(e.g. Donges et al., 2017)。

この論文では、筆者は過激な要求を提出するものである：筆者は「技術圏」の研究のために新しい科学領域を必要とするという見解を擁護するものであり、そしてそのための基盤を与える概念的観方 aspects を論議するものである。

それは生物学に生物圏の科学があることの類推として「技術圏」の科学を新たに確立する必要があるというものである。

言語学的な設計問題がここでのこるのは、技術 ‘technology’ですでに ‘-ology’が使われているので、これをそのまま残しておき、いま意味するものを「技術圏」科学‘Technosphere science’として置く。この類推としては、「計算機科学」や「地質科学」に対比されるものである。

しかし、「技術圏」‘technosphere’という用語は新しい領域の枠組みとして考えるにはまだ駆動していないが、生物学や地質科学での確立した概念として「生物圏」と同じような類推を慎重に創出するものである。

---

<sup>1</sup> 「技術圏」科学、新しい学領域のための考察

The Case for a New Discipline: Technosphere Science

カルステン ヘルマン-ピラーズ

エアハルト大学 マックス・ウェーバー先進文化と社会研究研究所 ドイツ

Carsten Herrmann-Pillath

Max Weber Centre for Advanced Cultural and Social Studies, Erfurt University, Germany

出典

Contents lists available at ScienceDirect

代替のものとしては、我々自身を「生物圏」‘biosphere に留まらせることになる’ (Smil, 2003)、この場合には、生物圏の下位システムとして人間が産んだ技術にアプローチすることになる：これは明かに、エコロジー経済学者に行き渡っている視点である(例としては、Brown and Timmerman, 2016)。

あきらかに、このことは我々をして「人新世」‘Anthropocene という用語にも設問を至らしめる：

この生物圏と言っても、白日のもとではなにも新しいものはないというならば、何故に、(Zalasiewicz et al., 2017b)が推奨したような新しい地学時代と敢えて焦点をおくことになるのであろうか？

しかし、「人新世研究」‘Anthropocene studies’ に替わるものはまだ地下に眠っているように見える、なぜならば、それは地質時代のみを参照するものであり、あらたに探求する対象についての特別に経験的な領域と形式へさらなる具体化をするには未だ至っていないからである。

「人新世」‘Anthropocene’ の地質学的概念では、これは堆積物のような対応的な地質現象の分析に狭められ、ここでは、人間経済のような明示的研究は取り除かれよう。しかし経済はその地質的時代に現れたのである。

筆者の試みは存在論的 ontological なものであるが、à la Bunge(1977)のいう科学的基礎の存在論の意味での哲学的研究として理解されるべきである。

存在論を展開するということは、「そこに存在するもの」‘being’の基本的な範ちゅうを反映し且つ、システムの関係が確立することを意味している。

そのように、存在論は如何なる科学に対しても、殊に然るべき科学領域とその他のものの特性を定義するときには基本的である（「エコロジー経済学」 Ecological Economics の文脈については、Spash, 2012 をみよ）

そのように、例えば、化学哲学者の多くは、化学の中核において存在している「物質」‘substances’は、物理学と生物学のそれとは異なる存在として論じるであろう (van Brakel, 2000)；

生物学は「生命」‘life’に焦点をおくが、その「生命」は存在論的な設問を引き起こすのである、それは我々が「生命」‘life’をして、如何に、非-生命と違う存在かの基本形を特徴付けるところにある。

または、経済学者ではものごとの起因連鎖を超個人実体（「方法論的個人主義」‘methodological individualism’）の存在に課することは断固拒否するのである (Rosenberg, 2001)。<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> 著者は、経済学で起因的連鎖について方法論的個人主義をなぜ拒否されるのかの説明が

そのように、我々がもし「技術圏」科学‘*technosphere science*’を確立したいというなら、何がもっともその存在論的な構成体であるか？

それは「明らかに、技術」‘*technologies*’.であるようだ。

しかしながら、これには、「人新世」‘*Anthropocene*’の概念の基本的な発想との間に緊張が生ずるようにみえる；

「人新世」‘*Anthropocene*’では、人間が絶対的に支配者であって、そして技術はまさに人間が創生したものであるとみる(かくして、「人間時代」the “*human age*”となる, Monastersky, 2015)。

もし地質学的層で実体である中核的な現象が「技術圏」の部分の人工体であってさえ、我々は、この地質時代として、「新技術世」‘*Technocene*’と呼称すべきかの考えには及んでいない(Cera, 2017 はこれを推奨する; Haff (2014c), Brondizio et al., 2016 と比較せよ)。

それは、単なる言葉の遊びではないことがわかるであろう：

「人新世」*Anthropocene* の定義的な特徴として「技術圏」を研究するときの基本設問は、進化過程にある人間機関 *human agency* の地位についてである。

第一の視界にはいるのは、エンジニアリング *engineering* かもしれない、これは技術 *technology* の創造と応用の科学であるが、現象の中に入って調べていく科学ではない。(Mitcham, 1994 の討論をみよ)

エンジニアリングと切り離すと、技術の研究は沢山の学領域を超えて個別体化をする、それはたとえば「科学と技術研究」‘*Science and Technology Studies*’においては人文学と社会学、文化科学と人類学、経済学、または複雑性科学のような分野となり、ここでは特定の名称を付すことは少ないのである。

これに対する理由は、隠れた存在論的仮定に根付いている、つまり、技術 *technology* は人間行動と設計の産物 *human action and design* であること、そして、それは人間目的に奉仕するものということである。

したがって、もし我々が人間を研究するなら、それは、我々がエンジニアリング *engineering* を超えた動きとしての技術 *technology* を含むことになるだろう。

すでに言及したのであるが、このことは「人新世」‘*Anthropocene*’という用語に含まれている。

「技術圏」科学‘*technosphere science*’ ‘のために、人間行動の産物としての技術を多学際間の研究をする必要性はないであろう。

---

欲しいところである。一方、技術についても、エンジニアリングについては、逆に、方法的個人的位置付けからの、言及は何らしていない。(訳者)

交差学際領域間の協力は現代科学で、すでに共感をえた呼びかけであるので新しい別の学領域をあえて加えて相互調整するために更なる部分化をする意味はないのではなからうか (Wilson, 1998)?

この答えは本論文においておこなうべきであるが、ここでは二つの理由を出して置く。

もし、筆者が「学領域」‘discipline’というときには、それは下位学領域を意味するものではない。認知神経科学ということは、神経科学の下位学領域であり、また財政経済学は経済学の下位学領域であるのと同じである。

筆者の判定基準として新しい学領域が必要かを判断するには、Bunge にならって、新しいシステム性質の発現する現象があるかにある。その現象システムの性質が法則、規則類そして現象をこれまでの学領域に還元できるかどうかにある。

勿論、この還元の案件については、大方の満足をうるのであるがそれは次のような意味である（多くの物理学者は化学は物理学に完全に還元することができると思うが、すべてとはいわぬまでも多くの化学者はそれに対しては異論があるのである）

かくして、筆者自身の見解を護るために、「技術圏」がたとえば経済学や生物学のような他の科学へ還元できないような現象を目指すものであるかを証明しておかなければならない。

第二の判定基準は、例えば化学での「物質」や「分子形状」のように、我々は実体の意味で明瞭なる存在論的領域を扱うものであることにある。

したがって技術的「人工体」が、岩石、樹木や人といったような同じ類の対象ではないことを明示しなければならない。

もし、これら二つの判定基準が充たされたとしても、単なる関連する交差的学際間領域での協力からでは、「技術圏」対象領域の基本的性質と自律的規則性を捉えることはできないであろう。

換言するなら、我々（筆者がそうであるが）は、その現象における理解において関わる多くの交差学際間領域の知的資源を活用したとしても、研究の対象を適切に見定めることはできないであろう。

筆者は、経済学者であるが、この経済に焦点をあてる時に、19, および20世紀を経て多々の学問との遭遇過程においてさえ経済学は個別学域として確立してきたのであったが、この「技術圏」についても、その経済学の過程と対比されるべきものである。

今日我々は、強い交差学際間相互作用を経済現象として扱うときに観測するのであるが（例えば「行動経済学」behavioural economics）、これらは経済学での総合化という意味で明確な方法論的ならびに理論的様相を指向し続けているのである（たとえば心理学と実験経済

学 psychology and experimental economics は原理的視点の違いがあっても、ゲーム理論 game theory を共々で並んで使って、人や社会の同じ行為現象を研究しているのである (Tyler and Amodio, 2015)

筆者は読者に対してここに課題を公開提示すものである。それは「技術圏」が、経済学と他の社会科学とにおいて、もしくは、「技術圏」が) 社会科学と生物学との次元において、それが同水準に位置になりうるかを問うものである。

筆者は後者の課題を採ることにするが、これは、個人的選択眼に帰するものである。

筆者は、「人新世」Anthropocene の研究におけるコペルニクスの転換を提案するものである、それは「技術圏」なるものを「生物学」と対比しうる独立の科学研究領域とするものである。

Herbert Simon's (1996)の「人工的なものとしての科学」‘sciences of the artificial’ (これ自身は、興味ある事であり経済学を含んでいる)’ の概念は、この見解の先行者である。この方向の過激性として、「人新世」‘Anthropocene’ の概念が非明示的に人間中心主義になっているが、これを排除すべきとするものである：

最も単純な意味で、もし人工体が、地質学的堆積 (沈殿) として至る場所であると認めるなら、筆者はそれがまさにこれが「技術圏」の発現の存在証拠であるとする。

そして、「技術圏」は技術の球圏 sphere of technology であり、そこでは人間がある役目を演じているが、必然的に中核の役割りではない。

これをエコシステムの文脈で、生物学の研究と比較しよう、そこは人間からの干渉が巨大に形成された状態である：

我々は「生命」‘life’を定義するに、理性的人間に成るといふ現象であるとはいわないであろうしまた、生物学を人類学 anthropology に置き換えることもしないであろう。

「技術圏」科学はエンジニアリングにはじまり経済学、社会科学または生物学に至る多くの学問領域をひき込む科学である。

これは我々が技術についての既存の研究を見るなら直裁的に分かることである。

我々は技術を、多様な道筋でアプローチすることができる：

・エンジニアリングと科学的展望、これは「人工体」としての技術を定義する。ここで「人工体」は広義の物理的現象を駆動する：この概念は経済学者によっても往々に適用される (Arthur, 2009)。

それは人工体の他の種類を排除するであろう、たとえば交響楽のようなものがすぐに思い浮かぶ。

しかしながら、確かに交響楽は物理現象を稼働しているが、これについては「技術圏」存在論を議論するとき最初に遭遇する案件である：

「人工体」において物理的‘physical’とは何であるか

エンジニアリングと科学的展望が「技術圏」科学での基本である。それは物理学的機構と制約条件 **physical mechanisms and constraints** が「技術圏」の進化において作動するからである。

「エコロジー経済学」 **Ecological Economics** では、「産業エコロジー」 **Industrial Ecology** が重点的継続的研究項目を定義している (Ayres and Ayres, 2002)。

このことは、我々が知るように、沢山の洞察のなかで、エネルギーとエネルギー転換が「技術圏」科学での主要研究対象となっている；

これは、例えば、主流経済学の現状では、エネルギーは専門家の分科領域でのみ扱われているのである。

・我々が社会科学的な展望を取り入れるのは、「人工体」が常に様々な道筋において人間行動と繋がっていることを認識しているからである。

これは生産者側と使用者側の双方の技術にかかわっている（このことは、エンジニアによっても強調されているが、Spreng, 2016 はそのエネルギー研究の文脈のものである）。

社会科学および人文学では、このことはときに、つぎの結論に導くことになる。すなわちすべての技術そして科学でさえも、それらが社会的に構築されるものであって、その結果、科学とエンジニアリングでの狭隘な展望について過激な課題化をし、結論を得ようとすることがある (overview in Sismondo, 2008)。

「技術圏」科学においては、我々はこのような反対見解とくみ上げについては総合的にバランスを取る必要がある。

そのいかなる場合においても、「技術圏」では、「人工体」と人間行動は、人間的センスへの問いかけとその解釈からうまれる創造性によって媒介されるのであり、各人に深く投げかけられるものである **deeply enmeshed with each other.**

・生物学は別の展望を与えてくれる。これには様々な議論が提示されている。

技術哲学での古典的なアプローチは人間器官の外延としての技術にアプローチするものである (Kapp に嚆矢をもつ、Berger, 2014 を見よ)；より最近では、我々は技術についてその適用方向性、生物学的機能充足性として観ていくことができる（過酷な気候条件に対する防護として加熱と冷却を使うというような場合である。Corning, 1983, 2005）

従って、技術は、生物学次元の人間種の「拡張的表現型’**extended phenotype**’の部分であるとして見えてくるものである。このことは生物圏において、「人工体」との連続性を生み出すことになる。鳥の営巣がその例である。

この論文では、筆者は交差学際間領域の総合という案件に集中する。この総合では主にこれらの三つの科学領域を含めている。

それでもまだ、筆者の狙いとしての洞察は駆動していないのであるが、その洞察とは一連の存在論的な提案を確立するためのものである。この提案を確立することによって「技術圏」科学をして自律科学領域として確立するニーズを証明する結果にいたるであろう。これが自律領域であるという意味は他の領域からの様々な重要な道筋からの寄与に拠ってなりたつ領域ではないということである。

同時に、「エコロジー経済学「技術圏」科学」 Ecological Economics technosphere science は、「人新世」 Anthropocene での環境案件での取り組みにおいて価値ある盟友であるであろう。なぜなら、「技術圏」のよりよき理解は持続性戦略の有効な設計の前提条件でもあるからである。

筆者はこの論文の最終でこの設問に踏み込む：

もし「技術圏」科学の重要な特性として、「人新世」 Anthropocene の概念での人間中心主義が見落とされるとしたらなら、我々はいかにして、人間の役割りとして、規範的領域に言及できるのであるだろうか？ 一方で、「人新世」 Anthropocene の概念は非明示的ではあるが、このための積極的な分析のための指導原理となっている。

事実、「技術圏」についての適正な理解は、そこに生きる人間の行き方を改良することに貢献するであろう。

筆者の論議は、この論文の章節の流れのなかで展開していく。

第一に、「技術圏」の境界を如何に同定するかであるが、この境界は自律的対象領域と生物圏という対として「技術圏」の輪郭を明らかにしうる；「技術圏」の基本的性質は、「人工体」が「人工体」によって形成されるのである。

第二には、Stuart Kauffman の「自律機関」の概念の上になら、筆者はつぎを論じたい、「技術圏」での実体は自己触媒構造として形式的に記述することができる性質を目指すのであり、この構造は、「技術圏」プロセスの中核的特性としての最終的な確立とする。

第三には、人間器官の分析において分散的機関 distributed agency の概念を導入する、これは認知科学（「拡張したところ」 'extended mind'）と社会科学（「行動者-ネットワーク-理論」 Actor-Network-Theory, 「新物質主義」 'New materialism'）での最近の展開に基づくものである。

第四には、先行する二つの節で「技術圏」での機関が、自己触媒的目的性と人間意思性の集積体としてとらえ、その実体へのアプローチを行うのである。そしてその後、「技術圏」科学での基本的存在論概念として、「機能（関数）」 'function' の概念を導入するものである。

これは、「技術圏」進化機能をもつものとしての人間行動にアプローチすることを許すのである。

第五に、これらの異なる概念ブロックが、一般進化理論において総合化されることを示唆するものである。この理論は生物圏と「技術圏」に適用されるが、「技術圏」進化の自律性につながる言及である。

第六には、法則もしくは法則的規制についての様々な仮説を「技術圏」に導入される、これらの法則類はほとんどが、一般ネットワーク分析（たとえば相似則）と熱力学（最大出力原理など）から導かれる。

最後に、カントの定言命題 **Categorical Imperative** のひとつを俎上にあげる、これは「技術圏」進化での人間自律と価値を理解し、実施するための基礎となるものである。

## 1. 2 「技術圏」とは何か？ 人工的なものの境界

もし「技術圏」‘*technosphere*’を「技術圏」科学の対象領域として宣言するなら、ふたつの判断基準が意識に上がってこよう、それは「技術圏」が概念としてすべての人工的な対象を覆いつくす集合体 *encompassing aggregate* であること。そして「人工的なもの」*the artificial* は「自然的なもの」*the natural* に対向させ、さらに、より具体的に、「技術圏」を生物圏と相対的な別個のシステムとして確立することである。

第一の設問はわずらわしい設問を起す。それは「技術圏」がこの地球外もしくは人間外の技術を含むとするのか、または明確に人間由来の現象とするかである。

このことは地球を超えた生命についての生物学的設問を鏡像的に映し出すものであり、そして生命の形式が、全体として化学的原理と異なるものに基礎を置いている可能性があるにもかかわらず、同じように生命とみるかというものである。

筆者はこの視点をここでは脇におくが、しかしつぎのことを直ちに意味していることに注視しておかなければならない、それは技術の定義から地球外圏の技術を除外するということはたしかに素朴な位置づけであり、そしてあきらかに人間中心的であるというものである。

そのことは「技術圏」の研究のためにつぎのことを含む、すなわちこの研究で得た特性が地球外圏の「技術圏」にもまた保持されるような蒸留純化を問うのである、そのことは必然的に、人間的要素が、一般的に仮定されているような比重よりもはるかに小さなものに還元してしまうであろうということである。

人間「技術圏」としてみれば、すでに地球外空間に拡張しているという事実がある、それは「技術圏」と生物圏との間の技術的關係を考えるなら重要であって、人工衛星は外からの視界から生物圏をシステムティックにモニターを可能にしているし、また可能性としては地質エンジニアリング *geo-engineering* のように技術的統治として生物圏にアプローチすることもありうるのである。

かくして、単に空間的な意味でみると、「技術圏」は部分的に生命圏を超えて展開しているのである。

とはいえ、このことは未だ設問として解かれていない、つまり「技術圏」と生物圏がシステムの的にどのように峻別することができるのかということである。これは生命が、人間行動を通じて、衛星地球を越えて展開することの議論も可能にするのである。

「人新世」*Anthropocene* での地学的勘定では、「人工体」は「モノ」‘*things*’としてあらわれ、事実は廃棄物であり、したがって利用不能の「人工体」である。CO<sub>2</sub> も人間技術の生成物として大気中に蓄積される現象という意味で同レベルの「人工体」とされる

(Zalasiewicz et al., 2017a)。

我々がもし、生物圏について同じ観方を適用するなら、生物圏ではほとんど普遍的リサイクル原理のもとにあるという事実に注目することになる。

上述での意味での「モノ」**Things** はまさに捨てられた鳥の巣もしくは捨てられたウサギの洞ともいえる。

CO<sub>2</sub> の例は、20 億年より以前に大気からの酸素生成があり、これもまた、生物圏の進化によって産まれた「人工体」**artefact** として取り扱われる必要のあるか否かの設問にみちびくのである。特に藍藻バクテリア **cyanobacteria** は、先に述べた地球外「技術圏」と平行的な取扱いを示唆するものである。

このことは次のことを示唆する；我々は現象のすべてを生物圏の一部であるという意味で「自然な」**'natural'** として扱うとしよう、それはどういう場合かといえば、そのすべて現象がエコシステムと機能的な相互依存性に組みこまれていて、なおかつエコシステムが特定の時点のトータルな生物圏システムを造り上げているとした場合である。

そのときには「人工的なもの」**the artificial** とは、特定の文脈では非-機能的なものとして定義されるであろう (Szerszynski's, 2017 の **Lem** のサイエンスフィクションについての思考を見よ、その小説では人間が地球外技術について、その機能を理解することなく会議をひらくものである)

生物圏の意味で、これはつぎのことを意味するであろう、すなわち「人工的なもの」**the artificial** は非-平衡現象 **non-equilibrium phenomenon** であって、その意味はそれが生物圏のフィードバック機構へ十分に帰着総合化されていない状態である。

この含意によって、生物圏はつねに「技術圏」**technosphere** と共存して進化するであろう、これは「人工体」**artefacts** の集合体としての「技術圏」であり、それらからの自然は進化のコースを変えるとする：

酸素化 **Oxygenization** は藍藻菌が中核となった「技術圏」の部分であり、この酸素化は生物圏の中に十分に内部化されるまで続くとする。

同様な意味で、CO<sub>2</sub> は今日、部分的に人工的でありそして、生物圏での十分な内部化がなされるまでは、人間中心的「技術圏」の一部となるのである。

この結論は「技術圏」と技術について我々が持つすべての洞察に対抗して置かれるものである。

Simon's (1996: 5)の「人工的なもの」**the artificial** の原点的な定義では四つの判定基準があげらる：

「人工体」は人間によって合成されるのである、ただし、それらは部分的に非意図的であ

り、「自然」の対象としての現実性 ‘reality’ を欠くものであるが、しかしその「人工体」は人間によって定義された機能（関数）を使って、目標を満たしていく。

そして、これら「人工体」は、それらの機能から導かれるように、規範的である。

しかし、この「人工体」を具体的に見ようとしても、それが、自然実体 “natural” entities からの「人工体」の輪郭をつかむのは概念的にも困難さに直面するのである(Perlman, 2009)。

このことは、生物技術の文脈では当然のことであるが、しかし植物栽培化や動物家畜化のような帰化 domestication のごく初期のものである。これらは、たとえば犬が「人工体」であること、したがって「技術圏」の一部となる。

交差的学際間領域での関係という意味で、これはエンジニアリングと生物学の間の境界線を曖昧にするであろう。

この問題は、エコシステムの展望をみるとときには、さらに巧妙なからくりになる。

これは、つぎの設問をおこす；エコシステムに関して人間行動の間接的なインパクトを如何に勘定にいれるかというものである。これには人間の非-意図的な行動帰着を含むのである(see already Mitcham, 1994: 174ff)。

我々は「人工体」 ‘artefact’ の範疇のなかに、ある実体 entity をのみ含むべきなのであるか。この設問が来すものはつぎのような「人工体」を意味する場合である；その「人工体」が人間意志によって慎重に考慮されて生まれたものであるような場合、および「人工体」が、人間的に定義された目的に奉仕するような場合である。

我々は次のような起因の概念をとりいれるべきであるか、それはこの起因の概念が人間意図性とは独立していて、かつ人間行動と起因的に繋がっている「人工体」をすべての実体としてひろいあげるものであるが、しかし人間による設計とは必然的に繋がっていない「人工体」である場合である。

起因性のみでは、あきらかに、あまりにその内包性が希薄になるかもしれない、なぜなら、これは、この世界での人間行動のすべての種類の物理的インパクトを含むことになるからである。

我々がもし、人間による設計 human design をのみを参照するなら、それはあまりに狭隘になるであろう。

農業の例に帰るなら、農業の起源を進化論的に吟味するなら、人間が「農業への移転」を押しとどめようとあえて設計 design しなくても、植物と人間との共-進化 co-evolution がみられるのである(例としては, Rindos, 1984)。

事実、こみいった案件であるが、農業への移転を説明するにあたっては、個人的な関心の度

合いでこの問題の取り組みが変わってくるのである。ほとんどの研究者は、この移転は初期段階での個人的な生活の劣化とエネルギー採取の非効率にともなうものであることに合意する。これは個人的な人間関心によって定義している(Smil, 2008: 166; Lenton et al., 2016)。

説明としては、共-進化的動力学、経路依存性、そして進化固定を考慮する必要があり、これは人間設計から独立して操業されるものである。

それでも、新石器時代への移転は、おそらく人間文明でのもっとも重要な転換であったのであり、さらなる技術的な進歩があったばかりでなく、人間社会のより複雑な制度的形式の創生も可能にしたのである。この段階で人間社会は、確実に「人工的なもの」‘artificial’としてもまた認めなければならぬのである(Gowdy and Krall, 2013)。

もし、我々がこのことを生物圏についての先の議論に立ち返るならば、このことは、「技術的な’arteficial’ものとしての初期の生物圏的移転を考慮する可能性への再言明をしているのである。

著者は、この難題から抜け出す道は、ひとつの現象としての「技術圏」にまずアプローチすると結論するが、この現象のためには、人間行動の非意図的な結果が基本であり、その現象にたいして人間行動の非意図的な結果が、存在論的領域としての自律を生むというのが基本である。そして、この領域では人間意図性にもなつて発生する起因連鎖を狭めることになる。しかし(人間意図性は)長期にわたる継続維持性に対しての信頼はない(Hayekの人間制度性についての有名な言明：制度性は人間行動によるのであり、人間設計によるのではない)；

さらに、この難題から抜け出す第二は、一つの現象でとしてであるが、その現象はシステム次元のものであり、人間社会を定義する相互関係システムをこえた次元のものである。

後者の(システム次元の)現象の意味することはつぎである、我々は単体の人工体を考え、すべての人工体の単なる総合としての「技術圏」にアプローチするのではなくて、人間行動が引き金になったような起因の相互依存性を含み、かつその依存性は自律的であり、そして人間行動についてフィードバックを許すような依存性のものである。ここでのフィードバックとは特定の方向へのさらなる行動につながる制約を与えるような働きをいう。

さて、このアプローチは、生物圏についての上述の議論で上下順を逆さに置いたことになる。

CO<sub>2</sub> の例に帰ろう、グローバル温暖化の現象は人間の行動の意図ではないことからの効果

である。

この効果は、地球システムとしては、沢山の、しかも遠方にまで到達するインパクトであると結論するものではあるが、それは、地球気候を、人工体として転換したものと結論することによって、我々は合法的な位置に留まることになったといえる。

事実、Morton (2013)は、気候はひとつの擬似対象‘hyperobject’へと変態化したと論じている。

かくして、地学的エンジニアリングは気候変化を管理するためのアプローチになったのであり、もし我々が人工体的な特徴を定義するにあたり、人間設計にあると拘るなら、これは必要な帰着とも見えてくるのである。

そのことは、ひるがえって、地球のエコシステムでのすべての構成体からの現象は気候条件によって影響されるものであり、さらにこれが「人工体」のものとして変態化してとりこまれたとするものである。このことは設計や共-進化による初期の生物種起源の家畜・栽培化という筋にも、まさしく沿っているのである。

「自然」と「文化」または「技術」との間の共通の区分けは衝突しやすいものである。

「自然」と「文化」の区別は深くいつも問題となる、それは認識論の基盤においてである。なぜなら「自然」はそれ自体がわれわれの概念（主観）によって決定されるのである。そしてこの場合に二つの存在論的領域の間の境界もまさにこの概念（主観）なのである(Latour, 2015; 次と比較せよ Adorno, 1958: 166f)。

「自然」はこの意味では、つねに人間の認識論的構造であり続けるのであり、そして目的対象からは与えられないのである。

最近の「技術圏」の文脈では、この設問は、政治的な関与でさえある。なぜなら、この設問がエコロジー的な立場をとる政治、さらに「深化エコロジー」‘deep ecology’での「エコロジー経済学」Ecological Economics を考える思想の層に入るなら、少なくとも次のような非明示的な信仰になる。近年においてのみのことであるが、それは人間行動からの自律性であり、その自律性が（本来持つ意味からの）攪乱である (Spash, 2013)。

より具体的にいうなら、これは、しばしば「平衡」‘equilibrium’ 概念に関係する（自然は、「平衡状態」‘in equilibrium’ に留まっているとする観方である）そして人間行動が自然を「連鎖不均衡」disequilibrium に押しやるという概念である。

したがって、たとえば、社会的法秩序とエコロジー的保持プロジェクトの方法についての深刻な議論が続いている。そこでは、要求は「復活した」自然へともち上げるが、一方、実際には人間設計による人工体の生産を通しての自然「再創造」として取り上げるものである(Light, 2009)。

「連鎖不均衡」disequilibrium においては、人間が平衡への到達を先導するのであるなら、

「自然」そのものは永久に帰ってこないことになる。

これらの観察は生物圏と「技術圏」の関係を逆にすることを求める可能性を考える動機を与えるのである。

この視点は、「球体」‘spheres’についての地球システム科学での原初理念としての筋の上に立つのである。Vernadsky は特に、生物圏を、地球システムの規制的機構として捉えるのである。この機構はさらにガイア Gaia の概念において体系化されてきたのである (Lovelock, 1990; Latour, 2015)。

この伝統において、「技術圏」科学は、「人新世」Anthropocene 地球システムでの一貫的規制システムとして、「技術圏」にアプローチするであろう。

事実、最近では Frank et al. (2017)が衛星タイプの宇宙論的クラス分けにおいて、地球は、「ハイブリッド衛星」の新タイプとして概念化（主観化）され、そして 「技術圏」の存在とエネルギー変換が基本的に新しい技術的機構の発現によって定義されることを示唆したのである（植物光合成から光発電技術へ異変する）。

これらの論争的な考慮をこえて、さらに世俗的な設問が出てくる、それは物理的なシステム境界の意味で「技術圏」境界の定義を如何にするかである。これは「人工的なもの」the artefactual での複雑な案件を考えることと独立したものである。

ひとつの約束しうるアプローチは、生物圏と「技術圏」の両方に「生産」‘production’の概念（観念）を伴わせるものである (Witt, 2005)。かくして入力、貫流、そして出力が特定の環境を参照した状態で同定されるのである。この環境こそが固定化システム境界を必要条件として、要求するのである。

たとえば、もし我々が狩猟経済を農業と比較するなら、まず最初に明確に言えるのは、生物圏は狩猟者の「技術圏」の環境の一部として留まる（ここでの「技術圏」は、道具、武器や炉辺のような人工体を含むのである）

農業では、生物圏の部分が、「技術圏」の境界の中に移動する（植物、土地などの用役化。）

入力側では、この判定基準では、入力そのものが「技術圏」の一部となるということになろう、なぜならこれら自体が「技術圏」での生産物であるからである。

狩猟人たちがナッツを生産しないかぎり、しかしかれらはそれを収集するが、ナッツは生物圏の一部として留まる。

彼らが果樹園でナッツを栽培するなら、彼らは「技術圏」に移動する。

「用役材」‘commodities’について、経済学での概念を事例としてならべてみよう：  
モノは「用役材」に成るのはそれらが経済の入力となり、それによって生産がなされる場合であり、これは経済の特定のフィードバック機構によって制御されるのである（価格の機構のように）。

もしこの考えを「技術圏」に応用するなら、設問としては、「技術圏」のインプットになるアウトプットとは何かというものである。

もし生物圏に対しておなじ設問をするなら、答えはまことに単純でそれはバイオマスである。

ほとんどの完全なリサイクルはバイオマスがバイオマスを生産するために使われていることである。

「技術圏」において、それを応用するなら、それは「技術圏」が「技術マス」 *technomass* を生産するということができる。」

もしこれが馬鹿げているとおもうならば、それはまだ初期の研究段階にあるのであって、ここでは意味が見えていないといえよう。この段階では、「技術圏」のサイズや荷重を測る段階にまだ留まっているということである。

「技術圏」と生物圏のあいだの相互作用を精査するために意味のある手段を定義することはできる、それは‘HANPP’ 「人間適正さとしての実質必要なる生産’ *human appropriation of net primary production*’ Haberl et al., 2007; Krausmann et al., 2013)である。

HANPPの観方は、人間はそれ自体が炭素次元で測定されたバイオマスであるとみるのである。

この観方では、「技術圏」は人工体によって人工体を生産するシステムとして概念化されるである(「技術マス’ *technomass*’ )。

このことは、人間は「技術圏」環境であるという意味において、インプットであるにも関わらず、「技術圏」が人間を作り出さない限り人間は「技術圏」部分ではないという結論に導くことになる。

「超人間主義’ *transhumanism* の見解では、この構図は基本的には次のように変わる；人間は人工体によって変わるものとするのであり、これは人間の器官の技術的拡張として、遺伝子エンジニアリングの意味を経て変わるとするものである。

この節の結論として、筆者は「技術圏」とその境界を理論的にも実践的にも定義するための実質的判断基準があると考えてるのである。

しかしながら、もっとも中核的判断基準であるこの「人工体的であること」the artefactual  
には更なる解明が待たれるのである。

### 1. 3 人工体と「技術圏」の化学：自己触媒

我々はいま二つの設問を扱う必要がある。ひとつは、人工体 (artefact) が人工体を生むことは何を意味することになるのか？ 第二は人間と「技術圏」との間の関係は何であるか？ である。

最初の設問への答えは最も実りあるものである、なぜなら生命理論の源に帰ることになり、ここでは生命と非 - 生命との間の境界線をひく必要が出てくるからである。この境界線は生物学全体の位相を明らかにすることでもある。

哲学的には、「自然」と「文化」‘nature’ and ‘culture’との間の区分、そして人間が「機関」と「意図」agency and intentionality を専有的に付与されたものと意味するものである。そして結局「技術圏」technosphere の実体は単なる「モノ」‘things’であって、非 - 生命存在のものであり、それら自体は機関 agency を持ちえないものである。

それに対して、沢山の代替となる考えがあり、そしてこの案件位置はまだ収まっていないのであるが、筆者たちの文脈において、もっとも確からしいつぎの観方が現れてきている。それは、生きているシステム a living system は進化している情報の合成体であること、つぎにその物質のなかに情報が内蔵化されていること。さらにその情報が物質の構造を維持し、再生するための「エネルギー貫流」energetic throughputs の活動を可能にするというものである(例えば, Lahav et al., 2001; Elitzur, 2005)。

したがって、この観方では、情報とエネルギー-information and energy の二つの概念がシステムティックに関係している、このことは経済的進化についての最近の理論化のなかでもまた示唆されてきたことであった(Hidalgo, 2016)。

筆者は、このアプローチを技術に対して適用する提案を出したい。それはまさに、術語「生命システム」を術語「技術」に置き換えることでもある。

この概念上の総合を完結するためには、物理学上での「仕事」work の概念を導入することによってのみ達せられる。

生命システムと技術的なシステムは、「仕事」を発生するが、その仕事はその環境にインパクトを与える、またそのインパクトのフィードバックとして、これらのシステムの再生と維持として還ってくるというものである。

「仕事」と他の物理的インパクトとの間の区別を感覚的に分かるためには、情報の概念が不可欠である、なぜなら「仕事」と「熱」work and ‘heat’との間の区別はマクロの位置付けを行うのであり、この（ミクロ - マクロのスケール上の）区別が情報上のうえでの意味をもっているのである（尤も存在可能なる状態は熱逸散 dissipation、つまりエネルギーの

逸散であり、それは同時にエントロピーの増大であることに注目したい (see Collier, 1996; Atkins, 2007: 32f)。

生命理論の起源をふりかえると我々は生命の系統図を考え、その起源からの発生を考えてきたのである。

単体としての動物はそれ自体として再生することはできないのであり生物圏の進化を含んでいるが、技術もこれと同様に単独に再生はしない。

換言すれば、理由づけのもっとも一般的な段階では、「再生」‘reproduction’の概念は生物圏と「技術圏」との両方にその体系的包含性が参照されるであろう。

このアプローチは気候と経済につながる現今の仕事においては陰示的である。ここでは人間経済はエネルギー変換という意味で現実化され技術的人工体の中に含まれるものとなる。そして（経済は）さらなる進化フィードバックをする仕事を発生し、経済のシステム境界は拡大するのである。斯くして「技術圏」が生み出される。

これが筆者の主張なのである (Garrett, 2011; in Herrmann-Pillath, 2013: 121ff, 筆者流に表現すれば「自己参照熱機関」‘self-referential heat engines’モデルである)

この洞察に基づいて、我々はさらに焦点をしばり、生物学的実体 **biological entities** との類似において単体としての技術的実体 **technological entities** が再生されるかを考えていきたい。

Stuart Kauffman's (2000: 49ff)は概念的総合のひとつの可能な道筋である：

「自律機関」**autonomous agent** は完結した熱力学的仕事サイクルを現実化することが可能であり、この「仕事」において、このサイクルが「自律機関」再生目的に究極的に奉仕することになるのである。

この基本定義から、生命の抽象的な様相が引き出される (Lahav et al., 2001):

- ・代謝性 **metabolism**、環境との相互関係のもとでエネルギーと物質のプロセスを行う；
- ・自律性 **autonomy**、環境との境界を維持し、再生する容量性である；
- ・目的性 **teleonomy**、環境との相互作用において発現する構造の発現である；
- ・そして学習性 **learning**、これは情報の蓄積であり、これによって、上の様相のもとの実際のはたらきを可能にする。

かくして、我々は人工体 **artefacts** が自律的機関 **autonomous agents** であるかを問うことになる。

技術の標準的なアプローチでは問題になくこれは否定される、なぜなら上のリストにある基本的判定限度のほとんどは人間に人工体 **artefacts** の設計者と使用者を科しているのである。

しかし、詳しく見ていくと、何の保証もない。

代謝性 Metabolism は産業システムでの認識された性質であり、そして用語「産業代謝性」は産業エコロジーにおいては共通のものである(Ayres and Ayres, 2002)。

人工知能 Artificial Intelligence の時代では、学習 learning もまた、人間の専有の性質ではなくなっている。

目的性 Teleonomy については「進化経済学」Evolutionary Economics で、つとに認識されている現象であるが、技術変化の方向軌跡についての感覚としては、それらは人間行為によって全体的に設計、制御、および予想とは異なる現象としてとらえている(serminally, Dosi, 1982, Cimoli and Dosi,1995)。

かくして、自律機関 autonomous agents についての概念到達として、「技術」を意識的に除外した「自律」に我々にを留まらせたのである。

この点で、AI を万能薬に期待してはならないのであるが、技術進化のすべての段階に一貫しての基本的な課題を提起するのである。

「自律機関」‘autonomous agent’という用語からはつぎの設問が自然におこるのである。それは「機関」‘agent’の意味であり、これを次節で論ずるが、人工体における「機関」の役割りを考えることを導く。

この点では、まずそれを考えるにふさわしい特定プロセスの形式構造について詳しく見て置く必要がある。

Kauffmann は自己触媒のサイクルをここで使っている。

事実、自己触媒の構造については生命理論の中核的原点であるが、同時に生命/非-生命の区分を超えていくものである。

自己触媒サイクルの化学モデルの一般化は Maynard Smith and Szathmáry(1995) or Ulanowicz (1997)の講義で提示されたが、これは生化学の基本水準をはるかに超えた生物圏もしくはエコシステムの普遍モデルとしてのものであった。

Padgett et al. (2003)の産業での生産について早くからのこの議論があったが、これは「技術圏」科学の一般モデルでの化学の役割りを示唆している。

その第一は「技術圏」を、要素のネットワークとして見てアプローチするものである。この要素のネットワークとは然るべきタイプへの類別化（企業や会社を化学物質対応として捉える）および相互効果発現を駆動する然るべき規則のもとにある作用継続（つまり「生産」‘production’）である。

第二の感覚は、これらの相互作用の中心的特徴は、エネルギー変換であり、これをある相互作用パターンについてエネルギー変換でのエネルギーの閾値の高さ（「コスト」‘costs’）を如何に、低くめるかにある。

これが触媒現象のポイントである。

自己触媒モデルはすべての種類の相互依存プロセスに対して参照されるものであるが、これらのプロセスは再生のための閾値を低くすることで生成物が生まれるというものである。これは、事実、生命の起源のモデルのように、再生と成長の最も簡潔な機構からの結果となっている。

筆者は以下に詳細に論じるように、先行条件は、環境の選択的圧力であり、これが過少な資源の奪い合いを誘発する（化学溶液のなかの様々な物質で、その溶液のなかで自己触媒サイクルは事実上、他の可能な反応にも関係して、使える入力をすべて消費する）（これは Haff の 2016 を参照）。

斯くして、重要な結論に到達する、それは自己触媒構造は、変化の方向性を含んでいて、まさに目的的现象になるのである。

このことは、「自律的機関」に言及することができるもっとも単純な感覚である、なぜなら到達指向動力学は、機関意思のように顕われ、それがまさに目的プロセス、もしくはプロセス終点の意図になっているからである。

このプロセスでは、成分はより大きな動力的パターンを再生する機能（関数）をもつものとして顕われる。

この機能的相互従属性は、そのサイクルの自律性を生み出す、それは環境に対してシステム的な境界を確立し、維持するという意味である。

技術において自己触媒は技術軌跡についての研究でよく認識されているが、滅多にその視点で語られない。

古典的な事例としては、C. Herrmann-Pillath *Ecological Economics* 149 (2018) 212–225 216 で言及している蒸気機関がある。

発明という次元で考えると、この人工体は他の要素と組み合わせとして顕われ、この要素の結合に置いて、相互に機能作用してエネルギー変換を駆動させるのである。

この相互作用は蒸気機関と関連技術的人工体との間の相互作用からのシステム効果によって仕組まれるのであるが、例えば、炭鉱からの水のくみ上げや石炭の輸送に鉄道に蒸気機関を使う場合がそれである。

斯くして、石炭をベースにしてあらわれた生産プロセスのそれぞれの要素は相互にその利

用を「触媒」‘catalyse’するのであるが、その意味としてその生産プロセスでのエネルギーと資源のコストを相互に低くするものである。

これは明らかに、「自然的」‘naturally’に起こるものであるが、しかし人間の行動によって媒介されている。

しかし、同時に、我々はこの進化動力学を、全く、人間行動と設計にあると帰納することはできない。

これは、自己触媒構造が人間行動のためのパラメータを発生することによるものである。このパラメータはサイクルを再生する帰納（関数）を満たすべく人間行動を導くものであるからであって、これはひとが設計でそのパラメータをひきださなくても発生するのである。

興味あることには、この蒸気機関の例は、元のサイクルは英国の地域的な文脈においてのみ自律的に作動したのであったが、一方でフランスでは、人間機関は実際に先導的な役割りをして、あたらしい技術の拡散を積極的に推進させたのである。ここではこの地域的な文脈で与えられたパラメータによる条件群から不利でさえあったである(Allen, 2009)。

斯くして、この例もまた、人間とシステム機関との間の境界条件の適合調和性が示されている。

筆者は、自己触媒サイクルの抽象的なモデルが、人工体についての意図および設計ベース概念 *intention- and design-based concept of artefact* をより一般的な概念によって、置き換えを援けるものと結論する：その概念とは、自己再入力と自己再生構造から発現する目的性 *teleonomy* を基礎に置くものである。

筆者は自己触媒の抽象的なモデルが意図・設計を根拠とする概念を、より一般性のある次のような概念に置き換えることを援ける：それは自己再入力や自己再生構造から出現する目的性に基礎を置くものである（触媒の抽象的概念に関連するアプローチについては Romano, 2009 をみよ）。

これもまた、「意思」と「目的」‘*intention*’ and ‘*purpose*’の概念を展開するために極めて重要である。それらは、物理学的原理に基づいている場合であり、したがってこれが異なる存在論領域、社会、生物圏と技術を超えての概念的な総合化のための根拠を提供するものとなる。

蒸気機関の例に示したように、重大な課題は「技術圏」のより大きな同類の自己触媒的な動力学に対して、人間機関の役割りは何処にあるかというものである。

この基本的な理念は「技術圏」の進化の結果と人間意思との関係にある。人間意思はまた技術の再生産において、人間に対して中心的な役割りを割り当ててくるのである。

#### 1. 4 「技術圏」のネットワークにおける分散化された機関 (agency)

自己触媒の議論は「技術圏」の存在論の中核的設問を提起している：

人間の機関(human agent)や機関性(agency)を人工体(artefacts)との関係でみるときにその存在論的位置づけは何であるか？

ここでは、最近の社会科学での展開が、伝統的な機関(agency)を精査してきており、したがって異学際的综合への巨大な可能性(potential)を与えるまでになっている(機関性(agency)の確立した概念の全貌については、Schlosser, 2015 をみよ)。

筆者はいくつかある思想の学派の中で、Actor-Network-Theory (行動 - ネットワーク理論) を参照する。この理論について、必要な仮定すべての吟味を経たのではない(Latour, 2005)。

しかし、「技術圏」を理解しようとするときにもっとも生産的なのは「機関制」‘agencement’の概念であり、それは人間と人工体でのネットワーク「機関制」‘agencement’の出現としてとらえるものである(Callon, 2008)。

「機関制」‘agencement’においては、人類は原始時代的な位置付けを喪失している。この時代では、人類は機関(agency)の占有的所持者であり、そして人工体(artefacts)は、それ自体が機関(agency)の共同運搬者(co-carrier)になっていたのである。

より過激なアプローチとして、非 - 人間、そしてときに「人工体」(artefacts) さえもがそれ自体が「機関」(agency)であるかもしれない。これは Callon(1986)の指摘であり、St.Brieuc Bayscallops のセミナー発表であった：

Bennett(2010)の有名な表現「揺動的事態」‘vibrant matter’ではモノの逆「人間擬態化」reverse ‘anthropomorphization’ を、明示的に示唆したのであったが、これは科学的概念としての明確なものに至ってない。

とはいえ、これらの理念は社会科学と自然科学の間で交差する、殊に終結目標および意図(finality and intentionality) の二つの概念を結合するならエンジニアリングを伴う学際的総合の理念的な基礎を与えることになる。

認知科学での最近の展開は、さらなる展望を支持することになるが、認知科学は「こころ」‘mental’の定義において分散的な認知の役割りにひかりが当てられる。

ここで、人間のこころ human mind は人工体のネットワークの上に拡張されたものとして概念化され、社会的相互作用は、このネットワークによって媒介されるのである(Hutchins, 1995; Clark, 2011)。

一方、機関(agency)に関する沢山の概念のうちで非明示的個人主義を認識する必要がある。これは経済学ではいわく「方法論的個人主義」‘methodological individualism’として基礎的原理を形成するものである。

この設問は人間機関のグループではここであらわれる個人からの意図性に向かうのであり、その意図は個人の知識を対象にはなり得ない。

経済学では、この理念は厳密にハイエク Hayek (1973, 1979)に追従している。

このことは、我々に対して、人間機関というときには、集合体的形態の役割りに向かわしめる（「集合体意図」‘collective intentionality’、Schweikard and Schmid 2013）。これによって、人工体と生物実体 *artefacts and biological entities* との間を区別する場合において、個人的機関 *individual agency* という概念制約を克服することになる。

このことは、人工体 *artefacts* の多くの使用では、個人の意図で直接に決定するのではなく、その出現形式が大衆レベルでの進化をしている状態で決定されてくるのである。文化的進化のレベルでは、我々は個人の仔細な意図を抽出することはできない(Hartley and Potts, 2014)。

例えば、実際には、暗黙の知識に基づいていて、個人にたいして透明性のない実際機能をルーチン化している状態である。

もし、分散的認知の観方を加えるならば、人工体が介在する集合体意図性の図式を得ることになる。

これは古典的な「精神学」‘*Geisteswissenschaften*’ (Dilthey, 1883)につながる観方につながる、これは「対象精神」‘*objective spirit*’ についてのヘーゲル Hegel の概念に帰することになる（現代的解釈は、Herrmann-Pillath and Boldyrev, 2014 を見よ）

もしこの見解を自己触媒構造の抽象的な概念につなげるならば、機関 *agency* は、目的思考プロセスや人間集合体意図性の相互作用に関係づけることができ、これを起因的つながり *causal linkages* を作動するものとする機関制 (*agencements*) と関係づけることができる。それは、例えば次のことを意味する、我々は自己触媒動力学を「技術圏」についてより大きな動力学を観察すること、この動力学は進化の軌跡の方向性を確立すること、また人間機関 *human agency* を先導していく代表体間の相互作用、すなわち、人間による選択と行動を観察することを意味している（ひとつの重要なケースとして新石器時代での進化の評価がある、Rindos, 1984; Gowdy and Krall, 2016）。

蒸気機関の例が分かりやすいが、これが起きる主要な場は経済であって、そしてその役割りは技術変化である。

アフォーダンス *Affordance* は、自己触媒サイクルと人間行動についての「技術性」*agencement* を構成する。現象論においては、Lingis (1998)が、人間行動への文脈的インパクトとのつよい結合表現として「定言」‘*imperative*’ の概念を使った）

まとめると、基本的な存在論的概念 *ontological notion* としての「技術圏」科学はもはや人間へ独占的に科せられるのではなく、人間を含むネットワークでの然るべき単位体に科せられるものである。

しばしばこれを積合体 ‘*assemblages*’ と表すものである (De Landa, 2006)

かくして、機関 **agency** を反映させて、我々は「技術圏」について別の存在論的概念基本を導入するのである。これはシステム`system' よりもより精密なものとして見なすことができる。

この概念は重要である、なぜならそれが「技術圏」科学へのつながりを許すし、物理学、生物学、そして社会科学を橋渡しする豊かな研究ネットワークへ導くからである(Newman, 2010)、そしてさらに領域をこえたネットワークの動力的変化を支配する原理へと洗練化していくことを許すものである（節7である選択規則性を同定するであろう）。

ここでは洞察的理解はひとつの「モノ」であって、我々はいま人工体 **artefacts** をネットワークとして語ろうとする。このネットワークは、異なる実体 **entities** を含み。その実体はネットワークとして分析されるようなものである。

蒸気機関は単なるモノではなくて人間が介在はするが、人間の意図性によっての介在ではないという関係である、それは人工体のネットワークとしてのモノである。

人間機関 **human agency** はさらに、有機的ネットワークにむかい、それが分散化された認知アプローチの筋、人間同士を結ぶ社会的なネットワーク、さらにそれらはコミュニケーション技術などに媒介された社会環境に向かうものである。

もし、Kauffman の概念にこれに関係づけるなら、「技術圏」での自律機関 **autonomous agent** はより大きなシステムでの機関 **agency** の集合体としてあらわれるであろう。その大システムのなかで機関 **agency** が作動し、そのシステムのなかで人間は部分として含まれるのである。

（「技術圏」の）機関についての社会科学的な概念と比較するときに、これは仕事 **work** の物理学的な概念が加わるであろう、つまり熱力学の取り込みである。熱力学は社会科学ではこれまで稀であった。この内包性については以下（6節）にて議論するものである。

この点にあって、熱力学の取り込みでは、我々は最終的には、人工体と生物学的実体との間の合成に向かう。そこでは機関 **agency** の任務が、人工体、生物学的実体そして（エネルギーと情報をプロセスする）人類の集積体に置かれることになる、つまり「自律的機関」`autonomous agents' である。

## 1. 5 機能、情報そして人間意思について

上述の節の結論は、情報と機能の原初的な基礎概念に立ち戻るものことに導くものであった。

上で述べてきた生命理論の始まりでは、情報はエネルギー転換を可能にする機能をもつというものである。

このことについて筆者はさらに詳細に論ずべきことを要求するものである：

情報と機能の概念では「技術圏」科学に深く結合しているのであり、したがって筆者の非人間中心的なアプローチへの究極的動機を与えるものである。

情報は現代科学での核心的用語である(Baeyer, 2003; Hidalgo, 2016)。

しかしながら、Shannon の情報概念である一般理論での意味での定量的な使用と、コンピュータ科学や、情報意味論での実際的応用との間ではバランスがわるいものがある(Floridi, 2017)。

これは Shannon の枠組みは、送る側と受け側との間の区分をもつものであることを、暗に意味するものである。

Shannon は通信システムでのチャンネル容量の問題に焦点を置いたのであり、送る側と受け側という明確な関心から意味論や情報が意味するものに焦点を当てたのである。

この論文では、これらの区分についての入りこんだ議論への解の説明のためには十分は紙数を持たない(Deacon, 2010 が参考になろう)。

意味論では、人間中心的意味で理解されるべきという傾向を顕著にもっているということは深刻なことである、なぜなら送り手と受け手の概念は共通に、人間送り手であり、彼は然るべき交信の意味を意図しており、一方、(人間)受け手はその交信を翻訳するということに関心にあるからである。

伝達されたものが情報である、その情報は暗号化されたものが解読され、元の意味に再構成されるものであり、かくしてメッセージへと解読意図されるものである。

しかしながら情報の意味論への現代的アプローチでは、この観方は過激的につぎの道筋に転換されるのである、つまり Charles S. Peirce が確立したような初期の意味論理念の復活である(概観については、Short, 2007 を見よ)。

これは「技術圏」科学での情報概念の基盤化のためにはもっとも生産的のように見える：別な術語ではあるが、関連するアプローチとしては Ayres' (1994: 42ff.)の「差別化する意味の情報」と「生存に関わる情報」との区別がよく引用される。

記号論 Semiotics は情報の流れとプロセス the flow and processing of information に着目して起因性に関して、より複雑な理念を確立するものである。ここでは、三元系 triadic であり、記号論的 semiotic な関係として送り手と受け手の間の因果的なつながりを結合するものであるが、この関係において効率的起因プロセス efficient-causal process が記号 sign によって媒介され可能にするのである (Millikan, 2009 をみよ)。

情報は、記号が実体 (対象) に伴っていて、なにかあるもののためにそこに立ち、なにかあるもののためにそこに居るものである、かくして、それはつねに汎関数的 functional (数学での変分的な存在) であり<sup>3</sup>、あるいはアリストテレス学派的意味のものであり、現象の説明への、最終起因性 (因果性) を加えるものである。

情報と機能 (関数) の両方の場合で、われわれは「なぜ」と「何のために」‘why’ and ‘what for’ question を問う。

かくして、この単純さは、情報がつねになにかあるものに「ついて」‘about’ something であること、そして観察者に対して相対的であり、その観察者にとってはその情報が然るべき機能を実現するために妥当であるものである。

記号論では、情報は記号であり、それは対象を代表する、しかしその代表は単独でここに立っているのではなくて、その記号の解釈の意味でのみ妥当になるのである。

これらの解釈は精神現象ではなく、我々が人間機関 human agents について語る場合でさえ ‘それ自体’ 情報としての記号を受信することが引き金となる事態である。

換言すれば。「何のために」の質問の答えにおいて、送り手の意図を参照する必要がないのである。

現代意味論では、この視点は曰く「目的的意思論」あるいは「生物的意思論」アプローチ so-called ‘teleosemantics’ or ‘biosemantics’ approach と呼ばれている。これは進化論的な選択プロセスへの意味につながるものである (Macdonald and Papineau, 2006; Millikan, 2009)。

---

<sup>3</sup> 記号をつかった機能を functional と表現したことに、筆者が数学上のヒントとして「変分法」を意味するなら、思考の幅を広げるであろう。数学的世界でこれと対比するのは「微分法」である。いま  $y=f(x)$  という関数関係があるとしよう、 $x$  は独立変数で、 $y$  は従属変数としよう。微分法は関数の独立変数の変化  $\Delta x$  に注目して従属変数の変化  $\Delta y$  を見てそれを独立変数の指定した区間で積分して  $y$  の積分値を得る方法である。一方、変分法は指定区間での独立変数の値  $x_i$  をあらかじめ選んでおいて、その各点での従属変数  $y_i$  を独立変数と見てとりあつかう法である。そして各  $y_i$  をその区間全点で仮想的に揺らし、全体としての揺らぎのエネルギーを最小にする。この結果の  $y_i$  を選びその和を以て積分値とするものである。本論での niche 最適化問題のケースでは評価 (たとえば消費エネルギー最小のような評価基準が与えられているときは) 変分法的アプローチが方策としてわかりやすい。(訳者)

この結論は、つぎのようになる、意味するものは、送り手が表現する意図には関わらないものとなり、受け手の行動そのものの解釈へと繋がるのである。そして、コミュニケーションの過程では、送り手の行動でのフィードバックとなる。

この直接的な結論はつぎのことになる、我々は意味の範疇をすべての種類のシステムへ適用することができる、そこでは技術システムのような情報の流れであり、そして意味についての非-擬人的な概念が作動していて、また意味についての人間的領域の間の境界線は切断されてしまっている、それは、思うに、物理的世界とその中のこととしての特定のアプローチへのみアクセスする状態である。

この要約的な議論は分散化したようにみえるが、事実は「技術圏」の存在論的問題の中核へと導くのである。

意味がその情報によって起因された行動ならば、このふたつの間のより深い関係はなんであろうか？

情報は、受け手にとって意味あるのはつぎのような場合である：それは、情報の受け手が、さらなる行動をとるための事前条件 **precondition** につながるような、さらに大きなネットワークのなかにあることが現実にはわかるような機能実現化を可能にする場合である。

これはつぎのことを意味する；記号論的アプローチは、意味と機能 **meaning and function** のふたつのカテゴリーを結びつけるのである。

このことは、交差的な学際間領域のギャップであるエンジニアリングと社会科学を埋めるために基本的なものである。

エンジニアリング的なアプローチでは、技術的な人工体は、定義によって、ある機能を満たす。

この機能は、通常、人間意思が定義したものとして概念化されたものであり、したがって、擬人化技術 **anthropomorphising technology** である。

しかしながら、事実、ほとんどの人工体は、人工体ネットワークの文脈での機能（関数）を提供しているので、結果的に、人間からの目的はしばしば位置付けを低めることになる、たとえば、エネルギー生産と分配システム問題という次元問題といった次元となり、技術システム全体としての高位水準の機能へと棚上げされてしまうことがしばしば起こることになる。

しかし、もし我々がこの高位水準にいざ立ってみると、人間意思からの機能をどのように効果的に決めるべきかの質問の対応は迂遠なものになってしまっていて、具体的な差配が困難になってしまっている。つまりうわべだけの一般化の呈に帰してしまっているのである。

さらに、このことを、もし技術による定義課題の解を見いだすものとしてエンジニアリン

グを位置付け、そのエンジニアリングについての研究での観察を考えるなら、問題をさらに迂遠となり希薄になってしまっていることになる(Petroski, 1994, 1996; Arthur, 2009)。

4

エンジニアリングはそれ自体、人間ニーズとゴールに応えるものとして社会に供するのであるが、もっとも日常的しごとは、エンジニアリングによって克服されるべき然るべき技術的挑戦によってみちびかれている。

それは、ひとつの人工体の機能が人工体のネットワークのなかで、少なくとも近接的な意味で定義されることを含んでおり、そして人間意図性はその機能の実現に奉仕するのである。

いま、ふたつの道筋がある、それらは思考の道筋として、人間の意図性がいかに「技術圏」を理解するかを命題を究極的に意味なくしてしまうかの問題である。

・第一は、人間の役割りはネットワークにおいて、発生する機関制 **generating agencements** のなかにある：双対性の意味で、我々は人間が技術によって定義された機能を実現するにおいて演じ、役割りを切り替えたり、その役割りが問われるかもしれない。

これは、Jacques Ellul のような思想家の系統の技術的決定主義に接近する位置である。

エンジニアは技術のうえに人間目的を持ち込まないが、技術がエンジニアのうえに機能を、持ち込むのである。

自動運転技術においての人間がもつ機能が自動運転を再生産する。

これは自律の人間活動と創造性のために余力をのこす、それは「技術圏」でのそのシステム水準が起源となって、そのケースでの機能的必要性をひとに示すことになって、それからの道筋がはじまっていくのである。

・第二は、本来的な人間意図がもつ機能への設問である。

上の第一視点においては、上述の理念は車の利用者でさえもが自動運転技術の再生産への機能をもつであろうということであった。

しかしながら、我々が生物学的展望を拡張するなら、つぎの類似性へ向かう；生命理論と技術の出発点において、エネルギーと情報の抽象モデルの間での類似性を意味するのである。

この場合、人間目的は、一方で、人間意思によって決まるのではなくて、むしろ生物学的機能を充足しようとするであろう。

第二の観察はとくに経済学の文脈において重要である。

---

4 (訳者からのコメント) ~~~~

この指摘は、研究開発支援情報システムのようなエンジニアリングと基礎科学、それに経営科学へとつながるような、交差学際間システムで、システム設計として使用者の満足を勝ちうることのむずかしさを意味する難題 **conundrum** を意味している。これ自身がエンジニアリング課題である。筆者が人間設計よりも、人間行動を Hayek を前面にだし、システム対象事態が改良進化をする生命現象系としてみていくこと、つまり「技術圏」も存在を考えることの動機になっていると理解するものである。

経済学はエンジニアリングの共通概念と共起するのである。それは経済が究極的に人間目的に、さらに具体的には人間消費に奉仕することであるという信仰に基づいている。

非常に概念的なこれらの目的性は、人間主体性の領域において定義されないままにあった。

このことは、基礎的であり、またきわめて重要な存在論的仮定である。それは啓蒙時代へ立ち返らせるのである。それは、人間性基本となるものは、その人間自身にその目的があるべきであるというカントの理念へと立ちかえる存在論上の仮定である。

この伝統では、経済学は個人絶対的な自由理念が基礎であり、その自由理念では、経済目的は人間福利 *human welfare* であることを意味している。

実際、選好 *preferences* についての生物的説明については、経済学では未だ、稀にしかおこなわず、その基盤はできていない(*overview in Robson and Samuelson, 2010*)。

もし、生物的機能として人間消費を含めることを問うならば、我々は、人間目的を理解する人間中心主義から事実上、第一次的に離別を意味する概念上移動が現実化する (*Saad, 2007* の示唆ならびに *Corning, 1983, 2005* についての構築についての思考の系統)。

この動きは次のことを主張する；人間消費は生物学的現象であって、これは技術によって生物圏に定義化された機能への相互微調整適合構造化 *human niche construction* していくものであり、ここでは、たとえば複雑な人間社会の物質再生産性をも可能にするような場合がそれである。

この視点は一般的なダーウィン進化理論において技術を総合化するであろう、それは個人次元の人間目的のためでなく、人口規模レベルでの現象として、(相互微調整していく)人間ニッチ構築のための機能的な状態である (*Odling et al., 2003*)。

換言するならば、この動機は、非-人間中心的となるものである。そこでは、人間のゴールを説明するに、人間主体性と自律性が説明されない状態でままで、一方で、生物学的ならびに文化的な進化を参照していく場合である (*Boyd and Richerson, 1985, Richerson and Boyd, 2005* の講演)。

しかしながら、文化的進化の自律性という地位について、初期そして現在までの理論は廃れてたが、この閉塞はいま破られようとしている(ミーム学‘*memetics*’の概念がこれである、*Dawkins, 1989, Aunger, 2000*)、ここでは理論的可能性があって、生物学的進化は、あたらしい人工体水準でのあたらしい進化プロセスの発生となるというものである。この人工体水準では、生物学的機能以上に人間機関での別タイプの機能性を持ち込むのであり、それら実体の再生産性に奉仕するのである(初期の文献では、‘*genes*’の代わりに ‘*memes*’を使っている)。

この質問は「技術圏」科学において再度明言されなければならない：

我々が曾て、人間ゴールについて人間中心的な説明から第一回離脱を完了したが、第二の動きは直裁的である：「技術圏」進化は人間目的のために、非-生物学的機能を確立するか？

## 1. 6 「技術圏」、一元化された存在論的枠組みとその進化

機能の分析から、生物圏と「技術圏」を分析するための一元化した理論的枠組みもまた、進化論的理論であるという結論に至ったのである。

しかしながら、「技術圏」が生物圏を総合化するならば、現在の生物学的進化理論を、様々な種類の実体 *entities* に適用できるさらなる一般性のある理論への置き換えが必要がある。最近の多くの論議では進化の理論拡張が、ダーウィン主義、または新ダーウィン主義的総合での概念構造が受け容れられている。

このことは我々をして、遺伝子型と表現型 *genotype and phenotype* のような中核的な用語での概念の一般化を考える必要性に至らしめるのである (*replicator-interactor duality* Hull et al., 2001; Wilkins and Hull, 2014)。

筆者は、我々がもし、生物圏から「技術圏」への展望の切り替え、そこでの機能の議論を構成していくならば、このことは存在論的考慮での第二水準に移動されることになるのである。

この水準では、進化論の特定の形はさらに公開的であり、そこではラマルク学派の観方を含むことさえ可能なのである、しかし然るべき多くの変形はここにはあって、新ダーウィン主義のモデルからも相当にかい離しているほどである。

総合化を許す普遍的進化理論の信頼できる版がある (これは交差的学際間探索に対してである。Jablonka and Lamb, 2006; Hodgson and Knudsen, 2010; Mesoudi, 2011)

彼らは選択と遺伝についての一般化概念を立て、統計的現象としての進化を厳しく翻訳していったのである。この現象では、しかるべき統計的分布が時間経過との相関として現れるのである (遺伝)、

そして、ここでは、これらの相関性を説明するのに選ばれた機構 (モデル) で同定されることになる (選択の価値理論 *Price's theory of selection* がその礎石となった, Helanterä and Uller, 2010; Frank, 2012 をみよ)

進化理論では遺伝子的な伝達からの変化だけではなく、非-遺伝子的な伝達の変化もまた含むのである (Danchin et al., 2011)。

ひとつはニッチ形成理論 *niche construction theory* であり、これはエコロジー環境を通じての変化の伝搬で、そこではおなじ組織的集合体群が部分的に形成されるのである (Odling-Smee et al., 2003, Herrmann-Pillath 2013: 432f)。

この視点では、人間技術はニッチ形成での一形式であり、そのニッチは或る範囲で他の (集合体への) 適応を支持する。これは再生産に関するフィードバック機能である。

人間の系統発生学での中心的の例としては、火の生活帰化があげられよう、これは人類の原始時代技術での（ニッチ形成と伝搬）のひとつである：

これは、広くまた、はるか遠くまで実体的に変形されたニッチとして適応され、究極的に火と料理を取り込むことになったのであり。このニッチが人間の生物学的形態となったのであるが、とはいえ、このことが、火の使用を説明しかつそれを再生産する遺伝子の適応までには至っていない。火は、依然として自然のものとして留まっているのであり、それは非-遺伝子チャンネルを経て伝達された文化的革新としての自然なのである (Ofek, 2001; Wrangham and Conklin-Brittain, 2003).

「技術圏」では文化的に伝搬されたニッチが人間の生物的適応として、自律的效果が発揮するという仮定するが、これには、よい理由があるのである。

この可能性は、いまや生物圏全体にわたって見えるのであって、殊にエコロジー動力学としての都市化の効果にも見られるものであり、そこでは選択的な力および究極的な遺伝的進化が結果的に起きるのである(概観については、Alberti, 2015)。

ここでは更なる詳細には立ち入らないが、ただし、「技術圏」科学が、或る一般化進化理論においての基礎に立っていることを述べておくものである。この一般化理論は生物的と文化的進化の双方を含むのであり、さらに共-進化の枠組みであり、そこでは生物圏と「技術圏」の間の相互作用を分析する枠組み（場）を提供する。

これは、われわれの知識の地位としての最小共通基盤である。

しかし、「技術圏」進化は自律的動力学に追従するかどうかについて初期でのミーム学 memetics からおこされた沢山の設問がある。

技術の進化を分析する方法は沢山の提案があったのである、それ自体が持つ進化的動力学に従うようなものである（さまざまな視点として Ziman, 2000 をみよ）

ここでは、人間意図が役割りを演ずると同時に、それらの意図が、仲介的起因変数に還元されるとすることを意味しているわけではない。

もし、我々が一般進化理論においての、変化、選択、そして保持の峻別を保持するなら、人間意図はまさに、変化の源 source となるであろう。

このことは、つぎのような単純な事実を見れば明白である。それは 技術をひとつのシステムとしてみるときに、そのための個人やグループをどのように選らんだとしても、そのシステムのすべての細部にわたる概観や理解にはいたらないからである。

このことは、人間設計というものは、常に技術革新の帰着については不完全な知識にもとづいてなされているという意味なのである。

システムの展望からみれば、人間選択はつねに機能不全か過誤のものであり、その意味では概念的にはランダム変動と似たり寄ったりであるという意味にもなっている。

事実、この視点は、単体の発明についての研究においてさえ、暗示的である。

個人的なレベルにおいてさえ、発明のほとんどは長期にわたっての逡巡があって、あるときに突然として蒙がひらけ、一体化した案が、そのプロセスから発現してくるのである。

このような「英雄的」な段階のあとにつづいて、革新は拡散し、さらに人口群集合体レベルで進化していくのである、そしてそこには、生産者とユーザーの複雑な相互作用で実践され、選別された力として定着するのである。

もし、技術の側からこのプロセスをみるなら、それは人間行動が、技術の自己組織進化への引きがねとして作動しているという意味になる。

技術が自己組織化であるという理念は、多くの著者によって、さまざまな評価が公表されてきたのである。

このポイントは、もし我々が、ネットワークの視点を技術に採用するなら、納得できるものである(Arthur, 2009)。

したがって、技術を、ネットワークであるとし、そこでは人間と人工体とが複雑な進化にあると捉える。そこでは然るべき実体があって、然るべき現象を生むべく結合しているのである。

これは、新しい現象を生む結合のための相互近接可能性のある時空間を開くものである。その時空間は 巨大にして、指数関数的増大をするものである。(一般進化分析としては、Fontana, 2007 をみよ)

この好機の巨大空間は、そのときの技術の状況によってきまり、人間設計や想像によっては決まらないのである。

しかしながら、再結合のプロセスは、数多くの動力的現象を生み出す、それは、経路依存的もしくは既定の固定された道筋のものである。そこでは、人間選択の範囲を制約し、道筋を限定し、技術それ自体の技術進化の方向性をも抑えてくるのである。

これらの現象は進化経済学の文脈でよく研究されている、ここでの重要な貢献は「技術圏」科学に向けられるのである(Metcalf, 1998; Witt, 2008)。

技術の自己組織化は、他の異なる機構に通じた人間行動によって仲介されるのである；よく議論されるように、もっとも重要なことのひとつは、技術的革新は、主に技術によって創生された問題解法によって駆動されるというものである。

かくして、人間意図は、しかるべき技術的なニッチの条件と要求に従属することになる。このニッチとは、進化にある技術のネットワークの中にある。

人間設計は、いまそのプロセスを使っているときでさえ、別なプロセスの機構をそこに持ち込み、その実現が人間にとって望ましいとする意思表示をひそかに潜ませるのである (Witt, 2000, 2016)。

このことのポイントはつぎのようになる、それがもつ選好性ということを考えて、たとえば生物学的説明と、「技術圏」的説明とは、双方の材料が驚くほどの違いがあったとしても、形式的に相応一致するものである。

技術的可能性は、欲望 **wants** を創りだし、その欲望は、近傍的な技術進化を駆動するのである、そして欲望の実現は、経済の道筋を経由するものである。

それでも、ほとんどの研究では、経済は不思議なことに不在である。

経済のプロセスはもっとも重要なチャンネルである、そのチャンネルによって人間欲望は内面的に創生され、それが技術にインパクトをかける、そしてそのインパクトによって、技術空間の進化での制約条件が、人間活動として顕現されてくるのである。

したがって、経済は「技術圏」の構成的で、中核的な部分としてさえ認知されるのである：事実、経済社会学での最近の展開が示唆してきたように、経済学はそれ自体、技術をその研究材料としてアプローチする必要があるのである (セミナーの論文集, Callon et al., 2007, Pinch and Swedberg, 2008 をみよ)。

技術に関係した人間意図性については、誤った理解に導いている理由がある、そもそも意図性は経済での進化的動力学によって形成され、その経済自体には、人間の意図性が部分的にしか支配し得ていないのである：

およその経済学者は、市場を、情報発生する複雑システムとしてアプローチするのであるが、その情報とは人間意図性を可能にするものとしてとらえるが、人間設計や制御を可能にするものとはとらえていないのである。

結論として、我々は多階層共-進化プロセスとして「技術圏」を位置づけるが、このプロセスは、「技術圏」を自律的層として、生物学的進化でのニッチ的な最適化や経済進化水準での順応行動や選択過程のような特定理論的概念によって、関係する他の層間をつなげることができる。

このことは、法則と規則がすべてのレベルを越えて適用され、同時に「技術圏」はその存在論的な意味で自律する合理性が与られるのである。それを確かめる探求は意味あるものである。

## 1. 7 「技術圏」進化の普遍的法則はあるか？

経済の分析は「技術圏」についてのもっとも原理的な設問をなげかける。

我々はさまざまな経験的な規制もしくは、すべての領域を越えて適用する法則さえも知悉して、そしてそれらは「技術圏」進化を説明するために人間意思の意向とは独立に使うことができる。

我々はすでに沢山の規制と法則に近い仮説と推測を知っていて、これらは「技術圏」科学の中心に置くことができる。

筆者がすでに述べたところであるが、ネットワーク分析によって確立された仮説について述べたのである。そしてその仮説は、件の経験的ネットワークの然るべき構造的特性についての経験的同定のみを想定しているものである。

たとえば、われわれはべき乗則 **power laws** という解析ツールを手に入れている(Newman, 2006; Gabaix, 2016)。

べき乗則はエコノミストによって最近まで無視されていたのである、この法則の中核なる意義が早くから確立しているような重要な分野があるにも関わらずである。たとえば経済地理学 **Economic Geography** のような特に都市の進化については確立していたのである(Krugman, 1996)。

あきらかに、都市の集積体は「技術圏」の基本的な容姿であるので、都市化を統御しているべき乗則は「技術圏」科学での特定セットの仮説として出現するであろう。

都市集積体 **Urban agglomerations** もまた、ネットワークに規則性を適用するにもまた、経験的な参照となるのである、なぜなら、それは都市それ自体を「技術圏」として分析することからその規則性が確立してきたからである。

これらは、スケール問題としての経済学的概念に関係しており、べき乗則の別の表現、さらに具体的にいえばアロメトリックなべき乗則 **allometric scaling laws** で表現されるのである。

自然におけるスケーリングという次元からみて、知識の全体性 **The entire body of knowledge** には、「技術圏」の中核的構造として都市に焦点をあて、それを理解することは適切である(West, 2017):

しかしながら、この研究ですでに述べたように、都市化もまた、超線形性 **super-linearity** の特性の支配をうける明確な法則に従おうとする。ここでの超線形性は、都市技術によって支えられて、人間社会ネットワークの具体的な自己再入力動力学 **specific self-reinforcing dynamics** を参照している説明することができるのであり、そして、超線形性は「技術圏」および生物圏とは異なっている(Bettencourt, 2013; Alberti, 2015)。

すべてこれらの一般化では、経験的な応用は、ネットワーク特性の正確な同定に拠ってい

る。

しかしながら、われわれもまた、ある一般的な存在論的 ontological な関わりづくり、そしてシステムの特性化をすることもできるのである。それは、そのシステムが「技術圏」においてであったり、あるいは、その技術自身においてである場合である。それらはシステムの形式において普遍的識別の区分できる場合である。

たとえば熱力学的な意味での、開放系と閉鎖系、あるいは動力学的意味での線形系と非線形系の区別化は、「技術圏」で作動する起因系プロセスの形式的特性であるが、これらは有効な特性としての識別差別化をもたらすのである。

筆者はつぎのことを論議したい；ある具体的なタイプのシステムに対して存在論的関与をするのに、ある抽象的な議論がそこにあるというものである。

この関与に立つならば、我々に直ちに迫りくるのは、交差的学際間的にそのタイプシステムとして共通に応用するために実際的な沢山の仮説を集めることである (Sciubba, 2011 がこのアプローチを具体的に位置づけている)。

著者の関与はつぎである；「技術圏」は開放系、非線形的非 - 平衡系 **open, non-linear nonequilibrium system** であるとして、そしてそこでの物性は生物圏と「技術圏」とで共有されていて、結果として、地球システム一般性に対して適用されるという立場である。これは、これらシステムが熱力学的に開放系であるという単純な観測ベースによるのである。なぜならそれは、太陽エネルギーという外的な入力流 **external inflows** によって投与 **feed** されて成り立つからである、そして、これは、非平衡系システム **non-equilibrium systems** であることを直接に説明することになるのである。(Kleidon, 2016)。

非 - 線形性の仮定は納得のいくことではある、なぜなら、複雑なシステムは、通常沢山のフィードバック回路とこれらの性質の間での相互依存性を含んでいるからである。

これらの一般的な特性からは、さらに沢山の具体的な形式的仮説が推論され、ここでは特定のパラメータおよび起因因子について経験的にチェックをすることに至らしめるのである。

ここまでくると、もはや、筆者の存在論的考慮の範囲ではない。

しかしながら、つぎのことに留意しておくことは大切である、一般的様態容姿はまた、異なるサブシステムにも適用されるのである。

エコロジーシステムは、人間経済と同様に、これらの筋にそって記述されることが可能である、これはこれらの構成単位が部分的ながら重なっている (農業がその例である)

筆者の見解では、この基礎的存在論的特性 **fundamental ontological characterization** は単一ではあるが、沢山の基本理論の含意を持つのであるが、それは、しかしながら、直接経験的帰着性をもつというものである、それは進化理論の地位についての前段での帰着性と

の議論とむすびついているという前提のもとでのことである。

この設問は、我々が進化動力学 *dynamic of evolution* についてのさらなる基礎的な過程をつくるべきかにかかっている。

これは、物理学的原理の上に成り立つにちがいない、なぜならこれらは、生物学的システムと技術の双方に対して適用できるからである。

筆者は示唆するのであるが、これは、Lotka の最大力原理 *Lotka's Maximum Power principle* (Lotka 1922a, b) であることである。

Lotka の原理は最大エントロピー原理と繋がっている。これは最近の地球システムの研究から言えることである (Kleidon, 2011; 最近の論文集としては、つぎを見よ Dewar et al., 2014)。

このことは、「技術圏」科学がエコロジー経済学の知的原点と関係がある、名前をあげれば *Georgescu-Roegen's*(1971)のエントロピーと経済学に関する業績である。

筆者はつぎのことを主張したい；生物圏、技術という意味での「技術圏」そして経済をあわせた単一概念 *unifying concept* は「最大出力」*'maximum power'* である。

その結論に至るひとつの道筋は、つぎのことを論議することであるべきである、つなわち、開放系、非 - 線形的非 - 平衡系のシステム *open, non-linear non-equilibrium systems*、これが、最大エントロピー生産原理 *Maximum Entropy Production Principle* を発生せしめるのである。そして、この最大原理は、より高い量のエントロピーをシステム環境 *system environment* へと貫流させる新たな状態に追従を起さしめる。このような構造変化の軌跡を現実化するということを意味している (Sciubba, 2011)。

時間と適正なシステム境界を設定すること、そしてしかるべき制約条件を同定する *identifying the relevant constraints* にもかかわらず、それはエントロピー生産の最大化の傾向を反映していくであろう。

生命システムについていえば、Lotka 最大出力原理 *Lotka's Maximum Power principle* は中間的な起因機構 *intermediary causal mechanism* を具体化するのである。この機構は構造パターン (*organisms, demes etc.*) を発生するための (生命システムによる) 自然選択の傾向 *tendency of natural selection* を明かにしているが、ここでいう構造的パターンはエネルギー貫流を最大化する傾向をもつパターンである。そしてこの貫流は、究極的には、利用レベルのひくいエネルギーへ転換していく、つまりエントロピー生産である。

流れシステム *flow systems* のネットワーク動力学を解析することからひきだせる同様の結論がある (これは「構造的法則」*the 'Constructal Law'* であり、Bejan and Lorente, 2010, 2013 が示唆している)。

または、出力生産 *power production* についてのより一般的な考慮を生物圏での進化的力

evolutionary force に及ぼすこともできよう。

最大出力原理 Maximum Power Principle はエコロジー経済学 Ecological Economics の文脈にも取り入れられている(Odum, 2008)。

筆者はこの論議が理論的にして、根源的でさえあるとみて、経験的な裏付けを待つものである。

つぎの二つの仮説のあいだには納得のいく区分けがある；ひとつの仮説はあるシステムがつねに最大生産の状態にあるというものと、もうひとつは連続的な変化や制約条件に変化を経て、そのシステムが最大生産の状態への移行することが不可能性ではないという状態想定をすると、システムがひとつの最大にむかう性向をもっているという状態にあるとする仮説である。

これは、「技術圏」に対してはとくに真理である、なぜならそれは、そのシステムが新しいものを連続的に出現する性向をしめすからである、たとえば新しいエネルギー源の利用性を増やしたり、あるいは新しい種類の情報を活性化してくれるような場合である。

このような原理の生物学的応用についての文献は多く、ここではその問題点とその挑戦を検討するのであり、十分に蓄積した経験の有効性が基本理論を冒すことなく、すすむのである(for example, Dewar, 2010 or Vallino, 2010)。その基本原理もまたその状況の文脈では意味を示すのである。

かくして、ひとつのシステムとして「技術圏」の一般存在論的な特性化 general ontological characterization に立って、筆者は概念を一步すすめるのである；それは、「技術圏」の進化は、観察からの性向としても、動力学としても最大出力と最大エントロピー生産 Maximum Power and Maximum Entropy Production に向かわしめるという推測である。このことは「技術圏」での経済の役割わりを理解するための重要な含意をもつ、なぜならそれはつぎのことを含むからである、すなわち、その経済は、連続的に拡張する出力貫流現象へむかう性向もつからである。(経済は)つまりエネルギー流である。

このことは、同時につぎのこの理由を説明するものである、つまり GDP 成長の意味において経済は成長する、しかし、たしかに物質 - エネルギー貫流の成長という意味でも経済は成長し (これはたとえば、人口増大もまた経済成長の一形式であるという意味である)、そしてさらに構造体化 structural embodiments の成長 (経済用語での「資本形成」 'capital formation') の意味でも、経済は成長するのである(Ayres and Warr, 2009; Kümmel, 2013; Herrmann-Pillath, 2014)。

事実、人間文化と経済進化でのこのふたつの移行は、過激にして包括的なブレークスルーに明確に立ち帰るものである。このブレークスルーとはエネルギー貫流を動態化し、新石

器時代で農業移行し、産業革命および炭素経済の動態化であった。

エネルギーに関する初期での視点は、文化圏 *cultural sphere* を含む人間文明の中核的な様態容姿であるとしたのであったが、このことの正統を告げているのである。(Bataille, 1949/2014; White, 1949/ 2005)。

事実、我々もまた、現代社会の世俗的な「加速化」‘*acceleration*’について最近の社会学での理論化のために、膨張するエネルギー貫流の概念を参照することができよう(Rosa, 2010)。

このことは経済の文脈においてさえ、人間中心主義からの撤退として、つきつめておくべきことがある、それは経済成長が経済的欲望を満たすポテンシャル確保機能をもつものではなく、これは第一義的に最大出力に向かわせるものであるということについてである。

完全な議論としてはつぎのことを証明しなければならないであろう、それはその経済の機構（たとえば、競争や、制度形式 *an institutional form* の資本主義への移行）が最大出力原理を実現するポテンシャルを確保することの証明である(Herrmann-Pillath, 2013; Haff, 2014c)。

経験的事例化を知るうえでの信頼できる交流の現場 *venues* は沢山ある：筆者はまさに、「リバウンド効果」*rebound effects* についての内容のある研究に触れておきたい、これは Jevon の「石炭問題」‘*coal question*’において顕著にみられるのである。この問題はさまざまな起因のチャンネルを通じて顕われるが、くわしくは如何にして、人間経済行動がエネルギー節約に向ったか、そして増大したエネルギー効率がエネルギー貫流の絶えざる成長事実をもたらしたか、かくして、最大出力原理 *Maximum Power principle* が人間の意思決定の有無にかかわらず発動したかを顕わすのである(調査については Sorrell, 2009 or Azevedo, 2014 を見よ)。

この事実が、人間個人水準でこれら起因連鎖に貢献することに関して社会および心理学的機構への豊富な考察をもたらしている(概観は Sorrell, 2015 を見よ)。

「技術圏」についての筆者は基礎的な存在論的様態容姿の取り扱ってきたが、最後の段階としては、情報と最大出力原理との間の関係 *relationship between energy and information* が残る、すでに述べたようにエネルギーと情報との間の関係は、自律機関 *autonomous agent* の概念と「しごと」*work* の概念に包含されるものである。

事実、経済成長のエネルギー理論は、エネルギーそれ自体に焦点が合わせられることは少なく、有効仕事の発生に合わせることが多い。これは最大出力の理念に近接しているものである(Ayres and Warr, 2009)。

かくして、我々は別の一般的仮説を言明することになる、すなわち「技術圏」は、起因となエネルギー流的貫流があつて、それと結合して得られた内容をもつ情報の蓄積に向かつて進むという仮説である。

巨大歴史研究は「技術圏」科学のひとつの重要な部分である、なぜなら、それは、進化の傾向にひかりを当てることを目しているからである。これによって人間文化から生命に至り、さらに宇宙的進化をも含んでの相互の存在論的領域を橋渡しすることになるからである(Aunger, 2007)。

それは地球システムでのエネルギー移動に関する現在の研究と結びつくのである(e.g. Judson, 2017)。

ひとつの中心的な指標として、「自由エネルギー流密度」‘free energy rate density’がある、これは単位時空間あたりのエネルギー貫流を測るものである(Chaisson, 2001, 2015)。最高密度をもつ実体は、その情報プロセスに対しての最高情報複雑性と最高容量をもつ実体である。

これは事実ということについての最も密度のたかい表現である、それは、一般進化において、エネルギー流と情報流は物理学的にも、したがって現象論的にも関係している事実なのである。

より深い物理学的なベースとしてはランダウアー原理 Landauer's principle に帰着するかもしれない、そこでは情報プロセスの熱力学的コストを定量化しているのである(Faist et al., 2015)。

筆者が他の場所(Herrmann-Pillath, 2014, 2016),でも論じてきたが、この存在論的提案 ontological proposition は経済と「技術圏」との間の相互作用の分析を多く含意するものであるが、とくに未来において、情報技術は経済の中核的な材料となり、そしてインフラストラクチュアの要素となろう。

ITC がエネルギー貫流と経済成長を結合かい離 decouple することを援けるという多くの視点が出されているが、そこでは「技術圏」科学は成長、デジタル化およびエネルギー流の間でのつよいリバウンド効果 rebound effects が予想されよう。

別な重要な帰着としては出力密度（単位空間あたりのエネルギー貫流）は人間エネルギーシステムにアプローチするものである。この密度はその「技術圏」の構造的進化に対する重要な制約条件を顕わにするのである。特に継続的な都市化の文脈での構造進化がそれである(Smil, 2015)。

## 1. 8 結論として：「技術圏」における人間自律

筆者は「技術圏」<sup>ii</sup>の新しい科学についてその例を提示することを試みてきたが、これは科学から人文学に至る領域を越えた学問の寄与を要求するものである。

この努力の論理的根拠は以下において。すなわち生命体の進化の過程でみるときに、まず産業革命以降を、人類がその頂点に到達したとみて「人類の新世」(anthropocene)と定義した。つぎに、それ特徴づけるのが、「技術圏」とし、さらに、経済をこの「技術圏」において如何にとらえるかという根拠に、ハイエク (F.A. von Hayek) の有名な表現がある；「(経済は) 人間行動の生産物であり、人間設計のそれではない」‘human action, but not of humandesign’におくものである。

このことは「技術圏」を分析する場合に人間中心的な根拠からのいかなる形式を断固排除することを要求するものである。

とはいえ、人間行動への理解は「技術圏」科学の中心的な仕事としてなお残るものである。これは、人間機関(human agency)という基礎概念について、劇的にとらえ直す要求である。この人間機関の概念は啓蒙思想時代以降、人間学と社会科学を支配し続けてきたものである。

このための根拠は近來において人間学においての「新物質主義」‘new materialism’の登場によって準備されてきたのであった(e.g. Bennett, 2010)。

これらは、もはや機関 agency 概念を人間個体と不可分性とはしない非 - 人間中心的な視点を示唆するものである。しかし、人間個体は物理的には他の実体 entities と繋がっているものであり、特に人間行動による創作体である人工体<sup>iii</sup> (artefacts) と繋がるものである。

しかしながら、この視点はまた、技術決定主義の陥穽から避けることができる：

それは人間中心主義の鏡像イメージは、存在論的には技術が人間から分離したシステムであるという理念となるが、これによって「自然」を扱うときにこんどは「文化」が対極化し、独立した極とすることになってしまい、ふたたび存在論的な誤った概念へと落ち込むことになる（これは有名な「啓蒙の弁証法」問題である（Horkheimer and Adorno, 1947を参照）。

著者の見解は、最近の相互作用主義存在論(参照； Barad's, 2007)を支持して、ここでは機関 agency は、常に、また必然的に生物圏をも含むような、「技術圏」のさまざまな構成体との相互作用性の出現という立場をとるものである。

このことは経済を「技術圏」の中心要素として置くと、非常に迂遠なものになってしまうことになる：つまり経済は「技術圏」の機能において人間行動を経由し実現化される領域である。

経済は人間による設計と人間ニーズおよび欲求であるとした説に従属すると見るのではなく、ここでいう経済は、生物圏と技術と結合進化した媒体 (the evolved medium) とみるのである。著者は、経済は個人主義の存在論的仮定に基づくべきでないとする。しかしそ

の経済は「技術圏」での分散化された機関(agency)に媒介されている領域でのものであると論ずるものである。これは、経済学の自画像的なイメージとは際立って対照的なものである。

その方法は、我々が「技術圏」において責任的で、また啓蒙的である人間行動への道筋の開発の可能性を示している。

これらのルールは「技術圏」について現在我々が知っているものに基づいている、これはシステム理論の一般原理から来るものであり、本論文で著者が解説してきた内容に対応するものである。

簡単にいうと、これらのルールは、つぎのことを告げているのである、すなわち「技術圏」を考えるときに我々は地球系システム (the Earth system) の多階層の複雑性を認める必要がある。人間は他の水準に十分にアクセスしたり、それを操作することができない；「不能則」(‘rule of impotence’) こと、つぎに行動についての必要な知識と十分におおきな展望に系統的に欠けている；「制御則」‘rule of control’こと、さらに高次水準は低次水準に自由度を残し(託し)ている；「非アクセス可能性則」(‘rule of inaccessability’) 同時に、異なる階層は相互に共生的関係 (symbiotic relationship) で存在している。

人間は「技術圏」の進化における機能(関数)を満たす；「遂行則」(‘rule of performance’), が、これは「技術圏」が人間のニーズをも満たすことを要求する；「先見則」(‘rule of provision’)

これらを人間自律性ポテンシャルを生かすための航路標識としてのルールとして受け入れると我々はつぎの設問に直面することになる、すなわち人類は、自身についての概念という意味で何処に立っているのかというものである。

「技術圏」について現在の議論ならびに殊に Haff のアプローチ(Donges et al., 2017)では、この論議に加わる人たちから質問は往々にして、人間行動は無力であり、そして「技術圏」決定主義が支配するのであるかというものである。

著者はつぎのように答える、すなわち Haff のルールは深刻な誤った認識であり、これは「新人世」(Anthropocene) の概念を展開するときに、「地球システム」(the ‘Earth system’) と「人類」(‘humankind’) との関係を含め、集積と抽象の高階層での議論の陥穽を反映している。

「技術圏」への然るべき経験的なアプローチは、概念上のブラックボックスを開けることであり、そして人間行動としてその「技術圏」での開発を共同決定することが決め手であることへの明確な理解することである。これは、Donges et al. (2017)が実際に要求していることである。

この事実の十分な描像は Bonneuil and Fressoz(2017)が示すように近來の経済成長についての重厚な歴史分析と「偉大な加速」(the ‘Great acceleration’) によって与えられた。「技術圏」科学は地球システムについての強力な文脈化、多階層化、多 - スカラー視点が適用されるべきである(Biermann et al., 2016)。

しかし、この分析が「技術圏」からの人間自律と独立を意味すると結論することは、深刻な過誤ともなろう：

我々は「技術圏」進化の原理を理解しなければならないのは、そのなかでの我々自身の役割わりを理解することと、行動の道筋、個人と集合体を同定するためである。これらは実質的に我々人間の自律と価値を確立するために許されることである。

このことは、非常に広くそして奥行のある学際間のアプローチ (Malhi, 2017 の概説がよい) を要求するものである。

「技術圏」の人類中心的な視点を拒否することは、人類としての我々の尊厳と自律を喪失することを意味していないと考えている。

事実、我々は、自由と道徳性の理念は、「技術圏」進化の不可欠要素であること、従って、それが「技術圏」での中心的機能 (関数) を満たしていることさえも議論できるのである。

この視点において、人間のもつ意図なるものが進化的な革新として概念共有化されることになろう、この革新によって進化は、生物的な機構が内向的発形成 (endogenous goal-formation) 特有の近視性を克服することになろう (Dennett, 1995 によってこの論筋が形成された)

生物学的実体のなかでは、相互作用についての複雑なシステムがあり、そのなかで行動の長期効果を予見するような現象のおおきなグループがあつて、ここでは反省性と共感性 (reflexivity and consciousness) とが、適応性能と進化可能性を維持するために明確な優位性を生み出すのである。

このことは、今日において人間の思考形式の発現、より具体的には、人間言語と表徴プロセスの発現をもってそれこそが進化であるという説明となり、これはひろく受け入れられている。

したがって、この著者としての力点としては、我々は明確な人間性を、「技術圏」についての非 - 人間中心的概念とをあえて強調結合しようとするものである。

簡潔に言えば、これは自由意志と合理性 (理性) についてカントの論議へ帰ることになる：我々人間の自律性は、合理性 (理性) と責任の執り方について自身を支配するという法を設定することによってのみ構成されうるというものである (Kant, 1788)。

これはカントの定言命題をここで拡張することに直結するものである：我々は応用実践へのみが必要であり、かくして人間と人間社会との境界を超えて、普遍法則の視野にまで拡張する必要があるのである (this partly follows Latour, 2015)。

換言すれば、カントが人間機関 agents について考えているときのみ、我々は機関 agents

について思考を開始するであろう。その機関 agents とは存在論的（現象論的）に散在した集合体としてである。

最も単純な意味では、我々は、人類中心的な定言命題の概念を却下することである。

定言の形成はカント Kant が生み出したものであるが、このことは、かれのその段階においてすでに予測されていたのであった。

「行動に際しては、自らの意志として、自らの格律が普遍的自然法になっているべきである」

このことは以下を意味する、我々が定言を参照するときには人間性を超越して、エコロジ―共同体として、さらに、現実の実態の地球システム共同体として一般理念拡張することになる。それによって、人類がこの衛星の管理人としての古くからの仮説感覚としても一致するものである。

このことは経済を設計するために最高の意義のあるものである。経済の制度的設計 institutional design によって、我々は「自然の法」を事実上、形作ることができる、つまり、「技術圏」での複雑な機関制 agency を管理する規則なるものを設定するという意味である。

より実践的な意味では、このことは、我々が地球システムでの倫理的な経済を主題にすることを意味し、この倫理によって、我々は定言命題による制度の設計を個別レベルでもチェックすることになる。

例えば、現在の経済的思考は欲望の無際限の増大をベースとしていて、これは人類の自由と想像性 (human freedom and imagination) についての共通概念を反映するものである。

定言命題の意味では、無際限の欲望の増大は、「技術圏」の普遍法則とはなり得ない。「技術圏」はすべての生きもの (beings) を含み、または集合体 (qua assemblages) としての機関 agent のためのものである。

これには、陰謀的な考えを起しめる：筆者が論じてきたように、「技術圏」進化 technosphere evolution は最大力原理 the Maximum Power Principle のもとに支配されていて、ここでは人類の無際限の欲望がこの自然法を実現させる機能 a function を持つのである。

しかし、この定言命題はこの自然法との確執をもたらすかもしれない。

これは、ドイツの観念論者によって確立された別の有名なる原理が持ち出されるとことで起こる、銘してヘーゲル Hegel による「第二自然」'Second Nature'の概念である（これについての拡張的な扱いは Herrmann-Pillath and Boldyrev, 2014）。

われわれは「技術圏」(technosphere) をわれわれの「第二自然」として受け入れることができる、ここでの人類の自律性 (human autonomy) は新自然法を確立することを基本と

する。我々の例では、我々自身として興味の対象ではないものの、人類の欲望の増大を善しとする倫理的な前提を許すのである。そのことが最大力(Maximum Power)仕事を内包するものとなる。これは地球システム the Earth System と「生物圏」(biosphere) の継続的維持性 sustainability の必要条件である。

この移行を可能にするための探求は、非常に難しく不可能な使命 mission impossible のように見える。しかし「技術圏」(technosphere) についての更なる知識がないなら、その解を見いだすことはできない。「技術圏」科学 technosphere science の仕事はまさにここにあるのである。

原論文 謝辞

Max Planck Institute for Biogeochemistry, Jena であった最近のワークショップ「熱力学と最適性、地球システムにおいて」の議論あら多くのことを特に Andrew Jarvis, Stan Schymanski そして Axel Kleidon から学んだのである。Bronislaw Szerczynski との最近での交流は力を与えられたのである。

筆者の同僚 Bettina Hollstein と Roman Madzia は Max Weber Centre にて原稿を読み、重要な忠告を与えてくれた。最後に、このジャーナルのレビューアに少なからず感謝する、かれらは実質的にして生産的な校正に力を与えてくれた。

原論文 参考文献

- Adorno, T.W., 1958. Einführung in die Dialektik. Suhrkamp, Berlin.
- Alberti, M., 2015. Eco-evolutionary dynamics in an urbanizing planet. Trends Ecol. Evol.30 (2), 114–126.
- Allen, R.C., 2009. The British Industrial Revolution in Global Perspective. Cambridge University Press, Cambridge.
- Arthur, W.B., 2009. The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves. Free Press, New York.
- C. Herrmann-Pillath Ecological Economics 149 (2018) 212–225 222
- Atkins, P., 2007. Four Laws That Drive the Universe. Oxford University Press, Oxford.
- Aunger, R. (Ed.), 2000. Darwinizing Culture: The Status of Memetics as a Science. Oxford University Press, Oxford.
- Aunger, R., 2002. The Electric Meme: A New Theory of How We Think. Free Press, New York.
- Aunger, R., 2007. A rigorous periodization of ‘big’ history. Technol. Forecast. Soc. Chang. 74 (8), 1164–1178.
- Ayres, R.U., 1994. Information, Entropy, and Progress: A New Evolutionary Paradigm. AIP Press, New York.
- Ayres, R.U., Ayres, Leslie W. (Eds.), 2002. A Handbook of Industrial Ecology. Edward Elgar, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA.
- Ayres, R.U., Warr, B., 2009. The Economic Growth Engine: How Energy and Work Drive Material Prosperity. Edward Elgar, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA.
- Azevedo, I.M.L., 2014. Consumer end-use energy efficiency and rebound effects. Annu. Rev. Environ. Resour. 39, 393–418.
- Baeyer, H.C.v., 2003. Information. The New Language of Science. Harvard University Press, Cambridge and London.

- Barad, K.M., 2007. *Meeting the Universe Halfway: Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning*. Duke University Press, Durham.
- Bataille, G., 1949/2014. *La part maudite*. les Éd. de Minuit, Paris.
- Batty, M., 2012. Building a science of cities. *Cities* 9, S9–16.
- Bejan, A., Lorente, S., 2010. The Constructal Law of design and evolution in nature. *Philos. Trans. R. Soc. B* 365, 1335–1347.
- Bejan, A., Lorente, S., 2013. Constructal law of design and evolution: physics, biology, technology and society. *J. Appl. Phys.* 113, 151301.
- Bennett, J., 2010. *Vibrant Matter: A Political Ecology of Things*. Duke University Press, Durham.
- Berger, W., 2014. Klassiker der deutschen Technikphilosophie. In: Lengersdorf, Diana, und Matthias Wieser. *Schlüsselwerke der Science & Technology Studies*. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-19455-4\\_5](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-19455-4_5).
- Bettencourt, L.M.A., 2013. The origins of scaling in cities. *Science* 340 (6139),1438–1441.
- Bettencourt, L.M.A., Lobo, J.D., Helbing, D., Kuhnert, C., West, G.B., 2007. Growth, innovation, scaling, and the pace of life in cities. *PNAS* 104 (17), 7301–7306.
- Biermann, F., Bai, X., Bondre, N., Broadgate, W., Chen, C.-T.A., Dube, O.P., Erisman, J.W., et al., 2016. Down to earth: contextualizing the Anthropocene. *Glob. Environ. Chang.* 39, 341–350.
- Bonneuil, C., Fressoz, J.-B., 2017. *The Shock of the Anthropocene: The Earth, History and Us*. Verso London New York, NY.
- Boyd, R., Richerson, P.J., 1985. *Culture and the Evolutionary Process*. Chicago University Press, Chicago and London.
- van Brakel, J., 2000. *Philosophy of Chemistry. Between the Manifest and the Scientific Image*. Leuven University Press, Leuven.
- Brondizio, E.S., O'Brien, K., Bai, X., Biermann, F., Steffen, W., Berkhout, F., Cudenneq, C., et al., 2016. Re-conceptualizing the Anthropocene: a call for collaboration. *Glob. Environ. Chang.* 39, 318–327.
- Brown, P.G., 2016. Ethics for economics in the Anthropocene. In: Brown, P.G., Timmerman, P. (Eds.), *Ecological Economics for the Anthropocene: An Emerging Paradigm*. Columbia University Press, New York.
- Brown, P.G., Timmerman, P. (Eds.), 2016. *Ecological Economics for the Anthropocene: An Emerging Paradigm*. Columbia University Press, New York.
- Bunge, M., 1977. *Treatise on basic philosophy, volume 3, Ontology I: The Furniture of the World*. Reidel, Dordrecht.
- Callon, M., 1986. Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay. In: Law, J. (Ed.), *Power, Action and*

- Belief: A New sociology of Knowledge? London, pp. 196–223.
- Callon, M., 2008. Economic markets and the rise of interactive agencements: from prosthetic agencies to habilitated agencies. In: Pinch, T., S., Richard (Eds.), *Living in a Material World: Economic Sociology Meets Science and Technology Studies*. MIT Press, Cambridge, MA, USA, pp. 29–56.
- Callon, M., Millo, Y., Muniesa, F. (Eds.), 2007. *Market Devices*. Blackwell, Malden.
- Campbell, D.T., 1974. Unjustified variation and selective retention in scientific discovery.
- In: Ayala, F.J., Dobzhansky, T. (Eds.), *Studies in the Philosophy of Biology: Reduction and Related Problems*. vol. 1974. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, pp. 139–163.
- Cera, A., 2017. The Technocene or technology as (neo)environment in advance. *Techné: Res. Philos. Technol.* <http://dx.doi.org/10.5840/techne201710472>.
- Chaisson, E.J., 2001. *Cosmic Evolution: The Rise of Complexity in Nature*. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA and London.
- Chaisson, E., 2015. Energy flows in low-entropy complex systems. *Entropy* 17 (12), 8007–8018.
- Cimoli, M., Dosi, G., 1995. Technological paradigms, patterns of learning and development: an introductory roadmap. *J. Evol. Econ.* 5, 243–268.
- Clark, A., 2011. *Supersizing the mind, Embodiment, Action, and Cognitive Extension*. University Press Oxford, Oxford.
- Collier, J., 1996. Causation is the transfer of information. In: Sankey, H. (Ed.), *Causation. Natural Laws and Explanation*, Kluwer, Dordrecht, pp. 279–331.
- Corning, P.A., 1983. *The synergism hypothesis, A Theory of Progressive Evolution*. McGraw-Hill, New York.
- Corning, P.A., 2005. *Holistic Darwinism. Synergy, Cybernetics, and the Bioeconomics of Evolution*. Chicago University Press, Chicago and London.
- Danchin, É., Charmantier, A., Champagne, F.A., Mesoudi, A., Pujol, B., Blanchet, S., 2011. Beyond DNA: integrating inclusive inheritance into an extended theory of evolution. *Nat. Rev. Genet.* 12, 475–486.
- Dawkins, R., 1982. *The Extended Phenotype*. Freeman, Oxford.
- Dawkins, R., 1989. *The Selfish Gene*, New edition. Oxford University Press, Oxford and New York.
- De Landa, M., 2006. *A New Philosophy of Society: Assemblage Theory and Social Complexity*. Continuum, New York, London.
- Deacon, T., 2010. What is missing in theories of information? In: Davies, P., Gregersen,

- N.H. (Eds.), *Information and the Nature of Reality*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 186–216.
- Dennett, D.C., 1995. *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life*. Simon & Schuster, New York.
- Dewar, R.C., 2010. Maximum entropy production and plant optimization theories. *Philos. Trans. R. Soc. B* 365, 1429–1435.
- Dewar, R.C., Lineweaver, C.H., Niven, R.K., Regenauer-Lieb, K., 2014. Beyond the second law: an overview. In: Dewar, R.C., Lineweaver, C.H., Niven, R.K., Regenauer-Lieb, K. (Eds.), *Beyond the Second Law. Entropy Production in Non-equilibrium Systems*. Springer, Heidelberg, Dordrecht, New York, London, pp. 3–30.
- Dilthey, W., 1883. *Einführung in die Geisteswissenschaften*. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-2012112117173>.
- Donges, J.F., Lucht, W., Müller-Hansen, F., Steffen, W., 2017. The Technosphere in Earth system analysis: a coevolutionary perspective. *The Anthropocene Review* 4 (1), 23–33.
- Dosi, G., 1982. Technological paradigms and technological trajectories. *Res. Policy* 11, 147–162.
- Elitzur, A.C., 2005. When form outlasts its medium: A definition of life integrating Platonism and thermodynamics. In: Seckbach, J. (Ed.), *Life as We Know it*. Kluwer Academic Publishers Dordrecht, pp. 607–620.
- Faist, P., Dupuis, F., Oppenheim, J., Renner, R., 2015. The minimal work cost of information processing. *Nat. Commun.* 6, 7669. <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms8669>.
- Floridi, Luciano. 2017. Semantic conceptions of information, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2017 Edition), Edward N. Zalta (ed.), (URL=<https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/information-semantic/>).
- Fontana, W., 2007. *The Topology of the Possible*. [www.santafe.edu/research/publications/workingpapers/03-03-017.pdf-2007-05-02](http://www.santafe.edu/research/publications/workingpapers/03-03-017.pdf-2007-05-02).
- Frank, S.A., 2012. Natural selection. IV. The Price Equation. *J. Evol. Biol.* 25, 1002–1019.
- Frank, A., Kleidon, A., Alberti, M., 2017. Earth as a hybrid planet: the anthropocene in an evolutionary astrobiological context. *Anthropocene* 19, 13–21.
- Gabaix, X., 2016. Power laws in economics: an introduction. *J. Econ. Perspect.* 30 (1), 185–206.
- Garrett, T.J., 2011. Are there basic physical constraints on future anthropogenic emissions of carbon dioxide? *Clim. Chang.* 3, 437–455.
- Georgescu-Roegen, N., 1971. *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard

University Press, Cambridge, MA, USA.

Gibson, J.J., 1979. *The Ecological Approach to Visual Perception*. Lawrence Earlbaum, Hillsdale and London.

Gould, S.J., 2002. *The Structure of Evolutionary Theory*. Cambridge, MA, USA and London, Belknap.

Gowdy, J., Krall, L., 2013. The ultrasocial origin of the Anthropocene. *Ecol. Econ.* 95, 137–147.

Gowdy, J., Krall, L., 2016. The economic origins of ultrasociality. *Behav. Brain Sci.* 39. <http://dx.doi.org/10.1017/S0140525X1500059X>.

Haberl, H., Erb, K.H., Krausmann, F., Gaube, V., Bondeau, A., Plutzer, C., Gingrich, S., Lucht, W., Fischer-Kowalski, M., 2007. Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in Earth's terrestrial ecosystems. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 104 (31), 12942–12947.

Haff, P.K., 2012. Technology and human purpose: the problem of solids transport on the Earth's surface. *Earth System Dynamics* 3, 149–156.

Haff, P., 2014a. Humans and technology in the Anthropocene: six rules. *The Anthropocene Review* 1 (2), 126–136.

Haff, P.K., 2014b. Technology as a Geological Phenomenon: Implications for Human Well-Being. *Geological Society, London*, pp. 301–309 *Special Publications* 395, no. 1.

Haff, P.K., 2014c. Maximum entropy production by technology. In: Dewar, R.C., Lineweaver, C.H., Niven, R.K., Regener-Lieb, K. (Eds.), *Beyond the Second Law. Entropy Production in Non-equilibrium Systems*. Springer, Heidelberg, Dordrecht, New York, London, pp. 397–414.

Haff, P.K., 2016. Purpose in the Anthropocene: dynamical role and physical basis. *Anthropocene* 16, 54–60.

Haff, P.K., 2017. Being human in the Anthropocene. *The Anthropocene Review* 4 (2), 103–109.

Hall, C., Lindenberger, D., Kümmel, R., Kroeger, T., Eichhorn, W., 2001. The need to reintegrate the natural sciences with economics. *Bioscience* 51 (8), 663–673.

Hartley, J., Potts, J., 2014. *Cultural Science: A Natural History of Stories*. Bloomsbury, Demos, Knowledge and Innovation, London.

Hayek, F.A.v., 1973. *Law, Legislation and Liberty: A New Statement of the Liberal Principles of Justice and Political Economy, Volume 1: Rules and Order*. University of Chicago Press, Chicago.

Helanterä, H., Uller, T., 2010. The Price Equation and Extended Inheritance, *Philosophy and Theory in Biology* 2010. (2:e101).

Herrmann-Pillath, C., 2013. *Foundations of Economic Evolution: A Treatise on the Natural Philosophy of Economics*. Edward Elgar, Cheltenham.

- Herrmann-Pillath, C., 2014. Energy, Growth and Evolution: Towards a Naturalistic Ontology of Economics', *Ecological Economics*. vol. 119. pp. 432–442.
- Herrmann-Pillath, C., 2016. Constitutive explanations as a methodological framework for integrating thermodynamics and economics. *Entropy* 18, 18. <http://dx.doi.org/10.3390/e18010018>.
- Herrmann-Pillath, C., Boldyrev, I., 2014. *Hegel, Institutions, and Economics: Performing the Social*. Routledge, Abingdon and New York.
- Hidalgo, C.A., 2016. Why Information Grows: The Evolution of Order, from Atoms to C. Herrmann-Pillath *Ecological Economics* 149 (2018) 212-225
- 223 *Economies*. Penguin, London.
- Hodgson, G.M., Knudsen, T., 2010. *Darwin's Conjecture: The Search for General Principles of Social and Economic Evolution*. University of Chicago Press, Chicago; London.
- Horkheimer, M., Adorno, T.W., 1947/2016. *Dialektik der Aufklärung: philosophische Fragmente*, 22. Auflage. Fischer, Frankfurt am Main.
- Hull, D.L., Langman, R.E., Rodney, E., Glenn, S.S., 2001. A general account of selection: biology, immunology and behaviour. *Behav. Brain Sci.* 24 (2), 511–573.
- Hutchins, E., 1995. *Cognition in the Wild*. MIT Press, Cambridge and London.
- Jablonka, E., Lamb, M.J., 2006. *Evolution in Four Dimensions*. In: *Genetic, Epigenetic, Behavioral and Symbolic Variation in the History of Life*. MIT Press, Cambridge and London.
- Judson, O.P., 2017. The energy expansions of evolution. *Nature Ecology & Evolution* 1 (6) 0138. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0138>.
- Kant, I., 1788. *Kritik der praktischen Vernunft*. Riga.
- Kleidon, A., 2011. Life, hierarchy, and the thermodynamic machinery of Planet Earth. *Phys Life Rev* 7, 424–460.
- Kleidon, A., 2016. *Thermodynamic Foundations of the Earth System*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Krausmann, F., Erb, K.-H., Gingrich, S., Haberl, H., Bondeau, A., Gaube, V., Lauk, C., Plutzer, C., Searchinger, T.D., 2013. Global human appropriation of net primary production doubled in the 20th century. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 110 (25), 10324–10329.
- Krugman, P., 1996. *The Self-Organizing Economy*. Blackwell, Cambridge and Oxford.
- Kümmel, R., 2013. *The second law of economics. Energy, Entropy, and the Origins of Wealth*. Springer, Heidelberg.
- Kümmel, R., Lindenberger, D., Weiser, F., 2015. The economic power of energy and the need to integrate it with energy policy. *Energ Policy* 86, 833–843.
- Lahav, N., Nir, S., Elitzur, A.C., 2001. The emergence of life on earth. *Prog. Biophys. Mol.*

Biol. 75, 75–120.

Latour, B., 2005. Reassembling the social. An Introduction to Actor-Network Theory. Oxford University Press, Oxford.

Latour, B., 2015. Face à Gaïa: huit conférences sur le nouveau régime climatique. La Découverte, Paris.

Lenton, T.M., Pichler, P.-P., Weisz, H., 2016. Revolutions in energy input and material cycling in earth history and human history. *Earth System Dynamics* 7 (2), 353–370.

Light, A., 2009. Ecological restoration: from functional descriptions to normative precriptions.

In: Krohs, U., Kroes, P. (Eds.), *Functions in Biological and Artificial Worlds*.

vol. 2009. MIT Press, Cambridge, pp. 147–162.

Lingis, A., 1998. *The Imperative*. Indiana University Press, Bloomington.

Longy, Françoise. 2009. How biological, cultural and intended functions combine, in Krohs, Ulrich, Kroes, Peter, eds. (2009): *Functions in Biological and Artificial Worlds*, Cambridge: MIT Press, 51–69.

Lovelock, J.E., 1990. Hands up for the Gaia Hypothesis. *Nature* 344 (6262), 100–102.

Lotka, A., 1922a. ‘Contribution to the Energetics of Evolution’, *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 8, 147–151.

Lotka, A., 1922b. ‘Natural Selection as a Physical Principle’, *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 8, 151–154.

Macdonald, G., Papineau, D., 2006. Introduction: prospects and problems for teleosemantics.

In: *ibid.* eds., *Teleosemantics. New Philosophical Essays*. Oxford University Press, Oxford/New York, pp. 1–22.

Malhi, Y., 2017. The concept of the Anthropocene. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 42 (1), 77–104.

Maynard Smith, J., Szathmáry, E., 1995. *The Major Transitions in Evolution*. Freeman, Oxford and New York.

Mayr, E., 1982. *The growth of biological thought. Diversity, Evolution, and Inheritance*. Cambridge and London, Belknap.

Mesoudi, A., 2011. Culture and the Darwinian renaissance in the social sciences and humanities. *J. Evol. Psychol.* 2011, 1–16.

Metcalf, J.S., 1998. *Evolutionary Economics and Creative Destruction*. Routledge, London and New York.

Millikan, R.G., 2009. Biosemantics. In: McLaughlin, B.P., Beckermann, A., Walter, S. (Eds.), *The Oxford Handbook of Philosophy of Mind*. Clarendon Press, Oxford, pp. 94–406.

Mitcham, C., 1994. *Thinking through technology. The Path Between Engineering and*

- Philosophy. University of Chicago Press, Chicago and London.
- Monastersky, R., 2015. Anthropocene: the human age. *Nature* 519 (7542), 144–147.
- Morton, T., 2013. *Hyperobjects: Philosophy and Ecology after the End of the World*. Minneapolis.
- Myers, N., 2017. From the Anthropocene to the Planthropocene: designing gardens for plant/people involution. *Hist. Anthropol.* 28 (3), 297–301. 27. Mai 2017. <https://doi.org/10.1080/02757206.2017.1289934>.
- Newman, M.E.J. (Ed.), 2006. *Power Laws, Pareto Distributions and Zipfs's Law*, (arXiv:cond-mat/0412004v3).
- Newman Mark, E.J., 2010. *Networks. An Introduction*. Oxford University Pres, Oxford.
- Odling, S., John, F., Laland, K.N., Feldman, M.W., 2003. *Niche construction. The Neglected Process in Evolution*. Princeton University Press, Princeton.
- Odum, H.T., 2008. *Environment, power, and society for the twenty-first century. The Hierarchy of Energy*. Columbia University Press, New York.
- Ofek, H., 2001. *Second Nature: Economic Origins of Human Evolution*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Padgett, J.F., Lee, D., Collier, N., 2003. Economic production as chemistry. *Ind. Corp. Chang.* 12 (4), 843–877.
- Perlman, M., 2009. Changing the mission of theories of teleology: DOs and DON'Ts for thinking about function. In: Krohs, U., Kroes, P. (Eds.), *Functions in Biological and Artificial Worlds*. vol. 2009. MIT Press, Cambridge, pp. 17–35.
- Petroski, H., 1994. *The Evolution of Useful Things*. Vintage Books, New York.
- Petroski, H., 1996. *Invention by design. How Engineers Get From Thought to Think*. Harvard University Press, Cambridge and London.
- Pinch, T., Swedberg, R. (Eds.), 2008. *Living in a Material World: Economic Sociology Meets Science and Technology Studies*. MIT Press, Cambridge.
- Ramsey, J.L., 2000. Realism, essentialism, and intrinsic properties: the case of molecular shape. In: Bhushan, N., Rosenfeld, S. (Eds.), *Of Minds and Molecules: New Philosophical Perspectives on Chemistry*. Oxford University Press, New York, pp. 117–128.
- Richerson, P.J., Boyd, R., 2005. *Not By Genes Alone: How Culture Transformed Human Evolution*. Chicago.
- Richerson, P.J., Boyd, R., Henrich, J., 2010. Gene–culture coevolution in the age of genomics. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 107 (Suppl. 2), 8985–8992.
- Rindos, D., 1984. *The origins of agriculture. An Evolutionary Perspective*. Academic Press, New York.
- Robson, A.J., Samuelson, L., 2010. In: Benhabib, J., Jackson, M., Bisin, A. (Eds.), *The*

- Evolutionary Foundations of Preferences. *Handbook of Social Economics*, Amsterdam, pp. 221–310.
- Romano, G., 2009. Being for: a philosophical hypothesis about the structure of functional knowledge. In: Krohs, U., Kroes, P. (Eds.), *Functions in Biological and Artificial Worlds*. vol. 2009. MIT Press, Cambridge, pp. 167–184.
- Rosa, H., 2010. Alienation and acceleration: towards a critical theory of late-modern temporality. In: *NSU Summertalk*. vol. 3 NSU Press, Malmö.
- Rosenberg, A., 2001. The metaphysics of microeconomics. In: Mäki, U. (Ed.), *The Economic World View. Studies in the Ontology of Economics*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 174–188.
- Saad, G., 2007. *The Evolutionary Bases of Consumption*. Lawrence Erlbaum, New York.
- Salthe, S.N., 2007. Meaning in nature: placing biosemiotics in pansemiotics. In: Barbieri, M. (Ed.), *Biosemiotics: Information, Codes and Signs in Living Systems*. Nova Publishers, New York.
- Schlosser, Markus. 2015. Agency, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2015 Edition), Edward N. Zalta, URL= <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2015/entries/agency/>>.
- Schweikard, David P. and Schmid, Hans Bernhard. 2013. Collective intentionality, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2013 Edition), Edward N. Zalta, URL= <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2013/entries/collective-intentionality/>>.
- Sciubba, E., 2011. What did Lotka really say? A critical assessment of the “Maximum Power Principle”. *Ecol. Model.* 222, 1347–1353.
- Short, T.L., 2007. *Peirce's Theory of Signs*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Simon, H.A., 1996. *The Sciences of the Artificial*, Third Edition. MIT Press, Cambridge, MA, USA.
- Sismondo, S., 2008. Science and technology studies and an engaged program. In: Hackett, E.J., *Amsterdamska, O., Lynch, M., Wajcman, J. (Eds.), The Handbook of Science and Technology Studies*. vol. 2008. MIT Press, Cambridge and London, pp. 13–32.
- Smil, V., 2003. *The Earth's biosphere. Evolution, Dynamics, and Change*. MIT Press, Cambridge and London.
- Smil, V., 2008. *Energy in Nature and Society: General Energetics of Complex Systems*. MIT Press, Cambridge and London.
- Smil, V., 2015. *Power Density: A Key to Understanding Energy Sources and Uses*. MIT Press, Cambridge.
- The illusion of freedom evolves. In: Sommers, T., Ross, D., Spurrett, D., Kincaid, H.,

Lynn

Stephens, G. (Eds.), *Distributed Cognition and the Will. Individual Volition and Social Context*. vol. 2007. MIT Press, Cambridge, MA, USA, pp. 61–76.

Sorrell, S., 2009. Jevons' paradox revisited: the evidence for backfire from improved energy efficiency. *Energy Policy* 37 (4), 1456–1469.

Sorrell, S., 2015. Reducing energy demand: a review of issues, challenges and approaches.

*Renew. Sust. Energ. Rev.* 47, 74–82.

Spash, C.L., 2012. New foundations for ecological economics. *Ecol. Econ.* 77, 36–47.

Spash, C.L., 2013. The shallow or the deep ecological economics movement? *Ecol. Econ.* 93, 351–362.

Spreng, D., 2016. Transdisciplinary energy research – reflecting the context. *Energy Research & Social Science* 1 (März 2014), 65–73.

Steffen, W., Persson, Å., Deutsch, L., Zalasiewicz, J., Williams, M., Richardson, K.,

Crumley, C., et al., 2011. The Anthropocene: from global change to planetary stewardship.

*Ambio* 40 (7), 739–761.

Szerszynski, B., August 2017. Viewing the technosphere in an interplanetary light. *The Anthropocene Review* 4 (2), 92–102. <http://dx.doi.org/10.1177/2053019616670676>.

2053019616670676.

Tomasello, M., 2008. *Origins of Human Communication*. MIT Press, Cambridge and London.

Tyler, T.R., Amodio, D.M., Fréchet, G.R., Schotter, A., 2015. Psychology and economics:

areas of convergence and difference. In: (Hrsg.), *Handbook of Experimental Economic Methodology*, New York, pp. 181–196.

Ulanowicz, R.E., 1997. *Ecology, the Ascendent Perspective*. Columbia University Press, New York.

Vallino, J.J., 2010. Ecosystem biogeochemistry considered as a distributed metabolic network ordered by maximum entropy production. *Philos. Trans. R. Soc. B* 365, 1417–1427.

Vermeij, G.J., 2004. *Nature: An Economic History*. Princeton University Press, Princeton and Oxford.

Vermeij, G.J., 2009. Comparative economics: evolution and the modern economy. *J. Bioecon.* 11, 105–134.

West, G.B., 2017. Scale: the universal laws of growth, innovation, sustainability, and the pace of life in organisms. In: *Cities, Economies, and Companies*. Penguin Press, New

York.

C. Herrmann-Pillath *Ecological Economics* 149 (2018) 212-225

224

White Leslie, A., 1949/2005. *The science of culture: a study of man and civilization.*

Percheron Press, Clinton Corners.

Wilkins, John S. and Hull, David. 2014. Replication and reproduction, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition), Edward N. Zalta, (URL=<https://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/replication/>).

Williams, M., Zalasiewicz, J., Waters, C.N., Edgeworth, M., Bennett, C., Barnosky, A.D.,

Ellis, E.C., et al., 2016. The Anthropocene: A conspicuous stratigraphical signal of anthropogenic changes in production and consumption across the biosphere:

Anthropocene biosphere evolution. *Earth's Future* 4 (3), 34–53.

Wilson Edward, O., 1998. *Consilience. The Unity of Knowledge.* Abacus, London.

Witt, U., 2000. Learning to consume – a theory of wants and the growth of demand. In: *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 11, No. 1, pp. 23–36.

Witt, U., 2005. “Production” in nature and production in the economy – second thoughts about some basic economic concepts. *Struct. Chang. Econ. Dyn.* 16, 165–179.

Witt, U., 2008. What is specific about evolutionary economics? *J. Evol. Econ.* 18 (5), 547–576.

Witt, U., 2016. The evolution of consumption and its welfare effects. *J. Evol. Econ.* 27, 273–293.

Wrangham, R., Conklin-Brittain, N., 2003. Cooking as a biological trait. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 136, 35–46.

Zalasiewicz, J., Williams, M., Waters, C.N., Barnosky, A.D., Palmesino, J., Rönnskog, A.-S., Edgeworth, M., et al., 2017a. Scale and diversity of the physical technosphere: a geological perspective. *The Anthropocene Review* 4 (1), 9–22.

Zalasiewicz, J., et al., 2017b. The working group on the Anthropocene: summary of evidence and interim recommendations. *Anthropocene* 19, 55–60.

Ziman, J. (Ed.), 2000. *Technological Innovation as an Evolutionary Process.* Cambridge University Press, Cambridge et al..

C. Herrmann-Pillath *Ecological Economics* 149 (2018) 212-225

225

(第二部)

2. 本稿著者の考察とコミュニケーション

ヘルマン・ピラースの「技術圏」科学への考察を以下の順で行いたい。

2.1 ヘルマン・ピラースの経済学の自然哲学的展開について

2.2 ヘルマン・ピラースの「技術圏」という思想について

2.3 ヘルマン・ピラースとの交信

2.1 は彼の大作「経済学の自然哲学的展開」を紹介し、彼の学問的パラダイムを解説し、つぎに 2.2 で、本論のテーマである「技術圏」科学への考察をのべたい。

2.1 ヘルマン・ピラースの経済学の自然哲学的展開について

ドイツの経済学者ヘルマン・ピラースが 650 ページに及ぶ自著の「経済進化の基礎論～経済学の自然哲学的展開」<sup>5</sup>をネットで送ってきて、この春はこれに取り組んでいることを書いたことがある。

彼については、私が所属している総合知学会で今年の会誌に二つほどの論文で紹介した。

その記念としてその会誌を郵便にて彼に贈呈して喜んでもらったのである。

しかし、多分、彼の学問への理解の補足の意味もあったであろうか、この原著が送られてきたのであった。年金生活のこちらの懐を慮ってくれて、学生に提供しているものを提供してくれたのである。

彼はエコロジー経済学の研究者としてつとに知られ、市場経済と環境保護をひとつの経済学体系として構成する壮大な構想をもつ。

1. 量子や分子のミクロなレベルと通常に人間が触れるマクロなレベル、そして市場、文化、制度へと展開するのであるが、

2. その骨格として熱力学でのエントロピーという概念で、対象の現象のもつ働きの能力(ポテンシャル)を客観論理化の動機においている。

3. 産業革命でのエンジンの開発の基礎となった工業熱力学、現代の分子物理の基礎となった統計熱力学、これに暗号解読や情報処理の現代確率情報科学へとつなげる。

4. このつながりのなかで、分子細胞生物学などでその学領域としての存在を獲得している生物圏( ; Biosphere)に対して、それに対等にして双対する、「技術圏」(Technosphere)を新たに位置づけ、技術活動という存在を自律系 Beings として位置づけし、独立した学領域として統一的にとらえようするものである。(さすがにカントやヘーゲルの子孫で、この発想でビッグバンの全宇宙生成発展まで展開する発想でもあろうか)

5. 彼の哲学的な思考モデルは、いったん、ドイツの土壌をはなれ、アングロ・アメリカン流の経験主義(帰着主義)のながれに立つところが現代的である。彼の着目は、アメリカのプラグマティズムの祖であるパース(John S. Peirce)に狙いをさだめた。

---

<sup>5</sup> Carsten Herrmann-Pillath, Foundations of Economics Evolution, A Treatise on the Natural Philosophy of Economics, Edward Elgar Publishing Limited, 2013

6. パースの三元機能論 **Triads** (対象物～記号～観察者) にヒントを得て、現象的存在認識論 (**Ontology**) に立つ。

7. 結局、彼は何を見たいのかということ、経済市場でのエネルギーや資源について、これまで社会学者は量として、そのフローとストックを考えるが、それに付随している質のフローを見ていないと主張する。量だけを追求していくと、たとえば **GNP** をどんどん大きくしていくことが世界のためによいという単純帰着する。実際、技術が進歩して効率があがっても、本来必要以上に量が無制限に追求される。(神戸牛でのグルメなどがよい例で、贅沢のレベルを追求していくとエネルギーの量はそれに関係しておおきなる) ここでは目前での質追求の抑制判断のロックは外され、結果的に、資源消費量はこれに服従する。一方、本質的な質はロック (制約条件) されたままになっていて、大切なものが置き去りにされる。それは質ロックとしての環境への廃棄物・エネルギーの流れとみる。

8. その質のながれの定量尺度として非線形・非平衡動熱力学に着目し、ここでの「エントロピー流」の概念を正しく位置づけようとするのが彼の経済学といえる。

9. 彼は、果敢に現代熱力学に挑戦して、**Lotka** の最大動力原理 (**Lotka's Maximum Power Principle**)、**I. Prigogine** の非平衡系エントロピー流移動現象論や最大エントロピー発生原理 (**Prigogine's Maximum Entropy Production Principle**)、そして **Jaynes** の秩序形成原理 (**Jaynes' MaxEnt Principle**) の三つの最近の情報社会系熱力学原理を導入する。要は、社会系も自然系と同じ「エントロピーの勘定」で理解される科学尺度があるべきであるという主張である。

10. 一方、人間社会での経済活動の質のながれ、それをエントロピーとしてみたときに、それを受け止めて、行動を作り出す意志の主体は機関 (**agent**) であり、知の集合体 (**collective**) として叡智を産み出す客体として多様な意味での制度 (**institution**) を位置づける。

11. 機関 (**agent**) と制度 (**institution**) は、単に政府だけでなく、大学、博物館、学会、研究所など経済や生活、文化などの局面で多層システム構造を意味することになるが、ものごとの質であるエントロピーのながれは具体的には斯あるとまでは、まだ、見せてくれない。(概念としては、炭素ベースで人間生存エネルギーの質を 'technomass' やその尺度 'HANPP' (**Human Aproprate Net Primary Production**) などを取り上げている)

12. 現代社会は、人目には仕掛け人が見えない状態で、あるいは当の仕掛け人の自覚がないままに、技術革新 (機械的革新と情動的革新) のインパクトがかかってくる。そのために機関 (**agent**) と制度 (**institution**) とはいえ、文系と理系とがわかれての役割り分担というこれまでの考え方では、人間世界は行き詰まってしまったとみる。

13. そして制度と技術を一体とした次元で世界を構成する。このまとめた新しい科学概念として 「技術圏」科学 **Technoshere science** を提案する。

14. こういう抽象レベルの高いところまでを、徹底的に考えるという学問があるということ、我々は知っておくことは意味あることである。

つまり抽象を徹底的に追求するという点で近代啓蒙主義を経過した西洋は、東洋にまだ水をあけているともいえようか。日本人は、明治開国以来抽象思考も大切にしてきたが、具

象の現象次元にとどまるほうが方が得意とみるが、これは蛇足かもしれない。

## 2.2 ヘルマン - ピラースの「技術圏」という思想について<sup>6</sup>

ドイツ・エアハルト大学の経済学者 Carsten Herrmann-Pillath 氏へ交流が、日本の市井にある当方からの飛び込みのメールを送った 3 年ほど前からはじまりまる。彼は、情報科学と熱力学との相互のアナロジーから、社会科学へのエントロピー概念の導入に意味と意志を持つことに強い関心を持ったことを告白する。彼は、生物圏の持つ自律再生系システムに対して、これと比肩する自律再生化システムとして人間系情報系やエネルギー系をとらえ、これを「技術圏」と定義し、総合体的な学領域 *discipline of something aggregation* とする考えに至ったのえある。その動機は、一方に生物が、生物圏として学域 *discipline* を形成していることが類推であったであろう。

人間の技術活動は、個別対象 *entity* への差異はあるとしても、個人の意図を越えて、膨大なる人工物 *artefacts* を産みだしている。そして、そのものの実体 *entity* としての人工物 *artefacts* を産みだす技術 *technology* そのものは何であるかという問いに対して、Pillath は、人間個人をこえた集合体系 *Collective* として、それ系自体が自律する擬似生命体 *being* として、とらえることに至ったのである。かれは、これを「技術圏」 *Technosphere* を存在パラダムとして位置付け、科学領域 '*Technosphere Science*' としてとらえることを提唱したのである。

彼のこの発想を支えたのは物理化学 *Physical Chemistry* と情報科学であったといえよう。

ひとつは、近來での Prigogine<sup>7</sup> <sup>8</sup>に代表されるエントロピー流の動的力学である非-平衡(非-均衡) 熱力学的にヒントがあったといえよう。これにもうひとつは、情報制御論である *Cybernetic* 概念への適用として、エントロピーのながれを、入力と出力として記述される情報系システムを考えようとしたところにある。

二番目に、生物圏での自律再生の機構が、基本的に化学反応系のひとつである自己触媒系 *Auto-catalyst* であることに着目したのである。これをこのエントロピ流れとして記述することの意味を考えたのである。これによって人工体を抱える技術活動についても、生物圏と同水準カテゴリーの自律再生系を位置づけとしたのである。自律系 *Technosphere* 「技

---

<sup>6</sup> The Case for a New Discipline: Technosphere Science

Carsten Herrmann-Pillath Max Weber Centre for Advanced Cultural and Social Studies, Erfurt University, Germany, Contents lists available at ScienceDirect Ecological Economics, journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ecolecon](http://www.elsevier.com/locate/ecolecon)

<sup>7</sup> I.Prigogine, Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes, Third version, Interscience Publishers, a division of John Wiley & Sons,1961

<sup>8</sup> マッカーリ・サイモン (千原秀明・江口太郎・齋藤一弥訳) 物理化学—分子量的アプローチ、東京化学同人社 2000;

D.A.McQuarrie & J.D.Simon, Physical Chemistry, A Molecular Approach, 1997 copyright by University Science Books,1997

術圏」の誕生である。これらを非線形非平衡系としてみるならば、変化、適応、固定という生物圏の進化とともに「技術圏」進化がモデル類推的に対応することになる。

つまり、「技術圏」と生物圏の双対システムというパラダイムの対置への展開するになる。三番目は、「技術圏」科学 Technosphere science へのクレーム（位置づける要求）となる。自律再生のための自己触媒 autocatalyst と、そのからくりの、自己触媒のある化学反応をとともうエントロピー体移動現象とそのための詳らかな検証、そして現象構造と機能の探求への提唱となる。<sup>9</sup>

四番目に ところで、Technosphere は「技術圏」と訳した。これまでの西側の哲学や自然科学では、数学や物理学、化学や生物学など学としての領域 [discipline] を大切にしたのは周知のことであるが、技術の原型である技や巧みについては、精々 あの秘密結社の free masonry での mason、つまり石工レベルとし、人間精神活動としては、地位の低いものとしてきた歴史を知る。貴族と奴隷に関係でもあろうか。この関係が今は、たとえば事業経営と製造技術にみるように、経営系が単純に製造系を支配している構造ではない。<sup>10</sup>

五番目に、「技術圏」は 人間社会に対して、敵対的'怪獣'か。これに対して、Pillath は、そもそも「技術圏」を、怪獣次元の得体のしれないものとして外側から見るのではなく、内側からみることを提案する。人間が気が付かずに抱えた卵をふ化したひとつの非生物的生命体と見ようとした存在圏 discipline のパラダイムである。彼のこの段階では、機能と構造に注目するが、それが持つ資質の質の洞察には至っていない。

六番目に、人間個人としての意思や活動が技術圏において自律的に関与するのか、「技術圏」の一部に従属して希釈されるのかは、十分なる思考の到達点に至っていないが、人間集合体 Collective である人間機関 agent が、技術圏の構成要素となる。むしろ「技術圏」は人間であるか、どうかを問わず、もっぱら人間機関 agent をそのなかの生命体 Being としてとりこむ。<sup>11</sup>

七番目には、そこで機関 agent は生命体 Being としてつぎの4つの進化機能を所有する；代謝性（環境とのやりとりでの体の維持）、自律性（自らの組織の再生）、目的性（意思決定）および学習性（進化の取り入れ）である。

八番目は、人間の理性と自由意志はどこにはいるか。

---

<sup>9</sup> 訳者の想像では、Pillath は、非平衡熱力学でのエントロピー流までは来ていたが、化学速度論に着目することの意味については、今回の論文にこちら側のアドヴァイスを取り入れてくれたとも勝手に想像している。

<sup>10</sup> 旧約に出てくるノアの方舟は、あの怪獣ゴーレム Golem であった。頼りになり、援けになり、まことに不可欠であるが、機嫌を損ねると何をするかわからない、そもそもわからないが力があるというところで怪獣として見ている状況ではないであろうか。ティータスのゲルマニアに記述されるローマ時代のゲルマン人などをそういう地位であったかもしれない。しかし、みえないところでエジプトのピラミッドや、エルサレム神殿の構築技術は営々として継承され、ゴシック建築へと伝承されたであろう。

<sup>11</sup> 集合体に個人の自由と意志を委託する「方法論的個人主義」Methodological Individuality が社会学での出発点であるが、人間倫理の投影仮説を境界条件として置いていることに注意すべきである。（訳者）

個人の理性と自由意志は技術圏の外からか、内からかが残る問題である。生物圏と同じように情報階層連鎖ネットワークのなかで個人は機関 agent に入らない可能性もでてくる。つまり、人間の理性と意志は、超越的存在との関係として個人に属するという理念と、人間間の関係である集合体の人格の理念との間にもともと深刻な亀裂があったとみる。これをつなぐ発想が方法論的個人主義 (Methodological Individuality) で、共同体のモラルは、仮説として個々の倫理観の発露と相互調和でなりたつというものである。

九番目は、このあとに来るものは、やはり、「技術圏」が担うであろう人間機関 agent のモラルと責任の位置づけである。Pillath の中では、経済系での、方法論的個人主義 *methodological individuality* を前提とするものである。

したがって、集合体での人格性価値 *personification*、集合体責任 (*collective responsibility*) とはなにかが常につきまってくるのである。

十番目は、「技術圏」での人間意図の次元は、責任を個人にトレースし帰するか、あるいは集合体そのもの（たとえば国や企業）に帰すかの次元の問題がのこる。ドイツの哲学者ヤスパーズ *Jaspers* は、刑罰的、政治的、道徳的、形而上学的と個人と国（集合体）との責任を分けるが、戦争裁判の結果がしめすように人類はこれにまだ最終決着をつけていない。モラルや責任に絡んだ重要な課題ある。

十一番目は、人間機関 agent 意思のトレースの問題である。

彼の発想のもう一つのベースは、あのアメリカのプラグマティズムの祖 *Peirce* の情報記号論 *Triad* (観察-対象-記号、そして機能 (関数)) である。彼のいまの論の段階では、個人の意思や、一機関 agent の意思は多階層ネットワーク論理の中に、どれだけトレースできるかの重要な課題があり、学問的には初期の段階である。<sup>12</sup>

第十二番目は、「Wine と Glass の問題」 エントロピー一流でまだ残る課題である。

彼のこの論文を読みながら、一つだけ、特に気の付いたことを手短かに言えば、ワインとグラス *Wine and Glass* である。Wine を飲むためにはグラスが必要。だまっていれば、これが出てくるわけではない。彼の発想では、化学反応論の wine の醸成 (*process*) はあるが、反応釜つまり、Glass (Vessel) の位置づけが、まことに希薄である。Glass も実体 *entities* は物質であるから劣化や崩壊という反応の半減期がある。これは Wine の化学反応の半減期と比較すれば通常、時空間次元 (次数) が異なるので、化学反応プロセスとしては同時にはみないであろう。しかし、おおきくわけて、時間的に次数の大きく異なる二つの半減期間の化学反応とみられないわけではない。また、空間的には、*entity* の密度 (エントロピー密度) は、「場」の構造に依存するものである。

十三番目は、Pillath は Hayek の主張である、世界 (経済) は、設計よりも活動で決まるという考えを支持する。したがって Wine の *process* を強調するおとになるが、Glass の存在は *facility, accomodation, infra-structure* のような目的的なもの *teleomic*; 「場」の設計的なものの存在として、「技術圏」人工体として記述は希薄である<sup>13</sup>。

<sup>12</sup> しかしこういうことを抽象次元の社会哲学とし一生懸命に考え頑張っている人たちに敬意を持つものである。

<sup>13</sup> 彼へのアドヴァイスがあるとすれば、Wine と Glass の理念の取り込みである。

十四番目は、機関 agent の分散化 distributive の仮説を置いている。「技術圏」は、ネットワークというエントロピー流パッセージとになるが、その結節点 node が機関 agent という構造になる。局所的なエントロピー流からの変化－適応－固定としての構造機能の進化をニッチ niche という概念で文化の進化伝搬性 memecs の仮説を置いている。

十五番目は「技術圏」と人間理性と自由意志の自律性との潜在的な脅威の内在性に触れる。これは、人間機関 agent の前提である方法論的個人主義 methodological individuality の虚構性からの危機として捉えている。人間の欲望追求の自由と共存へのモラルティへの亀裂についてのインマムエル・カントの定言命題を引合いに提示し、忘れてはならない命題提示をしている。

階層構造のなかに

まとめとしてかれのこの論文の課は以下となろう；

1. 「技術圏」での wine と glass 問題。
2. 個人と集合体の意図性と責任の問題。
3. 「技術圏」と経済圏との構造と機能関係。

Pillath は、さすがにドイツ人の学者らしく、カントとの相性のよい Peirce を使って、「技術圏」論を構築してきたが、最終章で、全体としての結論の途中ということで、カントの認識批判哲学での「理性の使用は、ひとりではではない」という有名な提言命令に触れている。この超克で、集合体間での異なる意思が止揚され、「第二自然」The Second Nature をヘーゲル Hegel の哲学への誘いの隠喩を見せている。これからの思考展開には興味深いものがある。

## 2. 3 Herrmann-Pillath との交信

(荒井から Herrmann-Pillath) 2019/7/21

Prof. Carsten Herrmann-Pillath

I am pleased to send you my paper manuscript of the title below;

Title: Paper On System Thinking, Teleological Structure and Social Morality

Carsten Herrmann-Pillath “The Case for a New Discipline:”Technospere”

For The Journal of the Multi-Disciplinary Knowledge, Vol.2018/1

This paper has two of parts,

for the first part is for the Japanese translation of your “Technospere” ,

and for the second part is for my essay comments to it.

May I kindly ask you OK for submitting this paper to the journal of society?

If you have any question , do not hesitate to ask me.

I hopefully have your permission until 31st,of July.

With my Best Regard

C.C. Dr. Caspary

My Outlook had a big trouble that my friends addresses are evapolated,  
by some reason.

So, please excuse me to send you the same copy as one to Carsten.

This is a reason to have double ways for safer reaching to him. I am sorry the paper is mainly written in Japanese language, but later I like to write the part of essay in English. So, at moment, could you help him to brief meaning of my essay part?

With my Best Wishes.

2019/07/21 ARAI, Yasumasa

(Herrmann-Pillath から 荒井) 2019/7/21

From: carsten caspary [<mailto:carsten.caspary@outlook.de>]

Sent: Monday, July 22, 2019 7:20 AM

To: Yasumasa Arai

Subject: AW: Yasumasa Arai sending manuscript, and hello.

Dear Dr Arai,

thank you so much for your support and great effort! I am honoured and glad to agree with the publication of this translation. I am currently in China, When I am back, I will study your comments. By the way, in September and October I spend one month in Osaka, and my family will also visit me.

Best wishes Carsten

(荒井から Herrmann-Pillath) 2019/7/21

Dear Prof. Carsten Caspary,

I am very pleased to have your permission to the publication of this article.

Your paper has making me an intensed stimula for reviewing my original field of Chemical Process modelings;

Which is extending the modeling methodology to Technosphere domains .

I am looking forward seeing you ,if possible in Tokyo. Have a nice stay in China.

Send my best regard to Mrs Caspary. Yasumasa Arai 2019/07/22

(Herrmann-Pillath から 荒井) 2019/7/21

This sounds very interetsing! I think that chemistry is the most important source of abstract modelling approaches to technosphere, not physics, not biology. Would love to learn from you!

### 3 本論文のまとめとして

#### 3. 1 Pillath の論文からかんがえること ; 「技術圏」それ自身が意味がるのか? ~

Pillath の定義によると「技術圏」科学は「技術圏」を知るための学問（科学）とする。

その知る対象の「技術圏」はなんであるかという設問は、認識論的には Ask the question となり前提そのものに問いが向けられる矛盾をおこすことになる。

しかし、その存在の在り方に着目して現象的存在 Phenomenological Ontology としてはどうか。

いま、ある技術（空を飛ぶ）という現象があり、飛翔を可能にするであろう属性項目が上げられたとする。

その属性を使って技術を表現してみることができるか。

たとえば、空を飛ぶということを実現にする手段とその実現のための行動をすることを目的とするための「技」の行為をひとつの仮説現象としよう。

仮説現象は、行為の結果を人間自身が知覚して、これを同じ目的であった他の行為の結果と比較して、共通と相違をしらべよう。そして目的により近づく行為のプランを立て、行動に入る。その計画と結果の差異からの次の行動をおこすサイクルはまた仮説現象といえよう。飛ぶことからみれば、鳥をみて翼の形状に気が付いたであろう。肌を感じる風の実体（空気）に乗るというイメージを獲得したかもしれない。止まっているよりも動いたほうが浮力を生むことも獲得したかもしれない。動かすには、安定が必要で飛翔体の重心の位置の調整に気が付いたかもしれない。

これを言葉にすることもできるが、この技の実現に直に関わる者は、言語はきわめて少なくでもよいであろう、たとえば 「よし」と「だめ」だけでもよいくらいであろう。

ひとりではなく、仲間と一緒にならば、体験を共有すれば、技の要点と改良点に言語はいらない。

言語がいる場合は、その技の遂行のために工場や、材料、工具、実験場などの獲得が必要である。技の当事者が財力を所有して投入が自由であれば、ここもまた、言語は要しない。往々、財の提供者が必要であるから、ここから言語が必要となる。もともと、財力提供者が、この技の持ち主の行為の場を一目みて、「よし」と「だめ」を出すこともありうる。言語が必要になるのは、ある技の成功が、実際に飛ぶということのもつ他へのインパクトであろう。これも一目瞭然で、技の主が群衆に見せるだけで十分であろう。

飛ぶ技術は、伝搬していく。

好い事ばかりではない。飛ぶ技術体で人がけがをしたり、不幸にして死傷事故がおきたりする。すると、社会の反応は如何になるであろうか。危ないものは、やめるべきだという意見がでてくる。技の当人は、その技に集中しているから、止めないであろう。その社会の合意で、強制停止がなされる。

一方、技が伝搬しているから、他の地での同好競合の士がいて、これが競争で、よりよい

ものを造り上げる。その地では、それが、自分たちの能力と勢力の顕示になるというなら、積極的にこれを応援する。つまり、差別化である。

これは、一般には経済の問題として論じられるが、飛ぶという技の開発ということを知るものとの間にはギャップがある。技の部外者は、その技に関心があるか、無いかはそれに何らかの関わりをもったかどうかで、その態度がきまるであろう。技によってあるものが生まれる（人工体という）。この産もうと言う行為は、生物の増殖と似ている。抑えがたい本能がそこにあるのであろう。人工体というのは、結局、だれかが産む、そして拡散するが、その伝搬拡散の結果、競争をよび、集合体内外での優勝劣敗が避けられない。

その人工体がつ、便益と危害については具体的にあげることができよう。これを支配するのは、およそは、富を持ったもの、支配力を持ったものであろうし、その導入判断は社会的安定、経済的利得の期待できまる。つまり政治・経済である。それでも、技そのものに無関心であると、他の共同体に負けてしまう。したがって、技の得意なものを抱えて、支援し、これを支配する。

ここまでは、人工体とそれへの人間による支配が一体となっていて、狩猟道具などの開発や、農具の開発など新石器時代でモデルでもある。

しかし、産業革命期にはいると、産業革新は、単なる政治体制や経済体制だけでは説明しきれない技の進展の態様の違いがでてくる。石炭の増産、高温火力の炉構築、炭素鋼の発明、回転数制御をともなう蒸気機関の発明、設備の大型技術など一つの生命体のような生存体つまり人工体として登場して、それ自体が変化、適応、固定の進化のサイクルをもつことになる。ここまできると、単に経験だけの職人だけでは成り立たなくなる。数学や物理学の素養を獲得した人間の参加がある。技術の発展の芽は枝分かれして多様化したなかでの展開である。こういう人間行動の人工体の集積ができる。これは、単なる政治や経済のための制約条件としてのみとらえられるであろうか。

あらためて制約条件そのもの、そのなかには、職人の技も包含はしているが、その制約条件そのものは科学の対象になりえよう。極端に言えば、反重力ということでこれまでの重力は正值であるという条件を外す試みもありうる。制約条件の対象は機械のような物理的な実体でなく、人間組織の機能など非物質的な実体の付加などもあろう、新たな研究人材の投入もあろう、社会的な安全の制約を拡大するという選択もあろう。これらは、これまでの政治や経済からの視点の社会的組織や制度の管理支配の構造からは、対応できないという事態が考えられる。科学発見の前段階から、それがどのような形で生まれるか、産まれたあとにどのように成長するか、それがどのような社会変化をどのような速度で、どのような規模でおきるか、この枠組み構造からは答えがでない。否、誰かがヒントを出す、その誰かさえも知識は限定されている。しかも、関心の外にあるうちに、現実のものとして、受け入れることを迫る。そして、何か不都合なことがおきると、専門家に判断を仰ぐが、その専門家も部分的な知識のなかに限定されている。その特定課題のまとめ役は、全体像がみえぬまま、あるいは確信もてぬまま、答を出さねばならぬ。誰も難しいことを知っているから、幸運な場合でも解決にむかうであろう方向性の形でのみ答えを出す。

ただし、その人工体群は生物とおなじで、それ自身が自律しているとみるようにみえ、だれも **Go** も **Stop** もする見識を持ちえない。大衆レベルになると、危ないことは廃棄せよというが、あとどうなるかの確信ももてないから、時を稼ぐつまあまり **disposition** 晒すというアイデアで留まる。

Herrmann Pillath は、この技、あるいは技術という人工体そのものを生物と並ぶ「生きもの」**Being** として捉える、これを「技術圏」とし、それを科学として取り組むことを提案したのである。現象としてあるらしい、その現象を解明する、存在論 **Ontology** としての学領域を提案するのである。

彼の論文は、結局、**agence** と **institution** のモデルの域を出ていないが、「技術圏」科学が科学としてみる方法論を、工学的理論に求めているといえよう。特に、工学が蓄積してきた非平衡エントロピー流の拡散理論や、レイノルズ数で代表された相似則理論などの方法論資産の社会系、政治系を含めた人工体への適用をさえ模索しようとしている。

彼は一方で、「技術圏」と「生物圏」（および社会学）、他方で「技術圏」と経済学（および、社会学）との間での学領域として独立した学域 **discipline** の成立をも考究中である。発想が大胆であるので彼の論文に当初、違和感を持ったし、いまもそうであるが、発想が非凡であるところに、パラダイム進化の場として価値がありそうである。

もうひとつの問題は、「技術圏」科学と人間社会のモラルティーと責任について倫理として「方法論的個人主義」についての課題が残るのである。Pillath は、カントの定言命令へとヒントを出すか、この系統の論は、ほんの序の口である。肝心なのは、彼をはじめ西側の哲学は、理念と現象の二元論のなかで、一方で、存在論 **Ontology** としての現象をまとめしていくが、その前提として認識論としての理念の存在を見ていくことを外していないところに、敬意をもつものである。総合知学としての次元の問題である。

3. 2 本稿著者のメモ Arai' s note:

「技術圏」科学としていくときに役に立ちそうなモデリング数学上の項目

「技術圏」科学としていくときに役に立ちそうなモデリング数学上の項目を熱力学と情報科学の視点から置く。これらについてはさらに精査されるべきである。

I. 熱力学

Thermodynamics

II 情報系エントロピー

Entropy in Informatics

以下は、網羅したものではなく、この科学の研究を進めるうえでの engineering 的な手段になるものであろう。

~~~~~

List (Items required on further surveys on scientific terminology to Technospere)

I. 熱力学と情報理論

Thermodynamics and Information mechnics

*一般熱力学から

Thermodynamics

Isolated system (孤立系)

Closed and Open System (閉鎖系と開放系)

Thermodynamics for System Equilibria 平衡系での熱力学)

Comprehending view between Macro- and Micro-Scope (マクロとミクロとの対応)

*エントロピー流について

On Theory of Entropy flow

Non-Equilibria Thermodynamics; (非平衡熱力学)

Entropy Density Distriutions as Dynamic and Spacial Density Flow; (エントロピーの時空間密度流)

Observer Standing View Problem; Euler sytem and Lagrange system;

(観測者の立ち位置の問題; Euler 系と Lagrange 系)

Case Study A on Bulk flow and Diffusion Process, as Non-Equilibria Thermodynamics (流れや拡散などの場での非平衡熱力学)

Case Study B on Chemical Reaction with Case Study A (化学反応のある場合の非平衡熱力学)

Further investigation on Auto Catalytic Phenomena and its Mechanics. (自触媒化学現

象とその機構についての調査研究)

'Glass and Wine' as Chemical Phenomena and its Fields (機能と構造について)

Segregation between Phenomena and Fields(as Constraints) (現象と場(制約条件)の問題の区別)

For example; Bird nest (孵化と環境「場」)

Entropy flow under Stiff Phenomena (パラメータの次数が極端に異なる系)

For example, mathematical modeling cases under parameters each others with extremely different orders of magnitude (極端に異なる order of magnitude をもつエントロピー流の式について)

Entropy flow under Non-linear Phenomena (反応半減時間の極端に異なる反応系)

'Cooking pan and Recipe' or 'Glass and Wine' problem (反応プロセス「レシピ」と反応器「鍋」)

Further investigation on Scaling laws (スケーリング則について)

Scaling Analogy on Tempo-Space Aggregation (時空間上のマクロとミクロについて)

For example, Reynold number, what does it say? (レイノルズ数の教えるもの)

Non-dimensional Number, and Eigen value and Stability (時空間上の無次元数、固有値と安定問題)

Multiple Boundary Layers Decomposition (時空間の多境界層への分解)

Purtervation Decomposition of Stiffness and Non-linear treatment

(Order of magnitude の近い複数の式セットへの分解)

On Technospere sience, its Developments (「技術」圏科学への展開への類推)

Accomodation , Facility, Institution (反応器「鍋」を造っておくということ)

Accumulation of Cooking Recipe (反応プロセス「レシピ」を作ること)

Who is cooking problem. (実際にオペレーション「クック」すること)

II 情報系エントロピー

Entropy in Informatics

Shannon 's Entropy and its definition (Shannon のエントロピー定義)

Information Entropy and Constraints (情報エントロピーと情報制約条件)

Entropy Flow Density Distribution (エントロピー分布)

(Maximum Entropy Principle) (最大エントロピー原理)

(Lotka's Maximum Power Principle) (最大力原理)

(Jaynes Max/Min Principle) (有効エネルギー分布)

Entropy density flow modeling with thermos,chemical,and informative phenomena (非

平衡熱力学のエントロピー流式への情報エントロピーの結合化)

Case Studies from advance modeling achievement

For example, Polymer's molecular distributions and reaction schemes (高分子分子量分布と反応モデルが教えるもの 例 反応速度モデルを分子量分布測定から同定するということ)

i Yasumasa Arai ;https://en.wikipedia.org/wiki/Carsten_Herrmann-Pillath
Wikipedea accessed on Agust 1,2017 Translation in English page to Japanese by
Yasumasa Arai ;https://en.wikipedia.org/wiki/Carsten_Herrmann-Pillath
以上

ii technosphere

iii Artefacts 人工体(荒井訳) 参考として、(weblio 英和辞典:和英辞典)人工産物、
アーチファクト(weblio 英和辞典:和英辞典)。