JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	マクロ的に見た人間・機械システムのモデル化についての一考察
Author(s)	神出，瑞穂
Citation	年次学術大会講演要旨集，3: 21-24
Issue Date	1988-10-07
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/5226
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般論文

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

2B4　　マクロ的に見た人間・機械システムのモデル化についての一考察

神出瑞穂（松下電器）

1 目的

20世紀を科学技術文明の時代と呼ぶことについては誰も異論はないものと思われる。　しかし19世紀のような科学技術万能な進歩史観が問直され『科学技術文明を人類はいかに望ましく制御するか』という課題をかかえた時代でもある。　この課題に対して文明を、人間（略してM）と科学・技術とその成果―発見、発明され社会に適用されたハード・ソフト（A…Artificialness）と環境（E）の3要素からなるシステムとして把え、このシステムはどのような因果関係をもったふるまいをするかについて考察する。

2 方法

①20世紀に顕在化した科学・技術に関する成果と諸課題を社会現象と、識者の意見の収集から整理.
②上記成果と課題の具体事例からMAEシステムのふるまいの観察
③複数の具体事例を観察することにより、共通している機能と構造を抽出しモデル化を試みる。
④MAEシステムの制御可能性についての考察.
(注)本講演は①②のみ

3 20世紀の科学技術文明の成果と課題の整理.

今世紀は我々が実感として感じているように、電気、機械、化学、情報通信、生物など各方面にわたって科学・技術が急速に発展したこと、その科学技術を人類の生存と生活空間の拡大向上のために極度に利用してきたこと、その結果、人類にプラス、マイナスの双方の影響を与えたことなどが特徴である。この文明の成果と課題を表1に示す。　寿命の延長と人口の増大自体は多くの課題を生み出している原因でもあるが、人類の繁栄の基本的目的函数であることから成果として位置づける。　課題の内判断が難かしいのが『科学・技術は物質文明をつくり出したが精神文化に貢献していない（アーノルド・トインビー）』『物質文明は人間の健全な判断力、思想力、道徳力などを損うことに"貢献"している（安岡正篤）』『人間の欲望の限りないエスカレートに"貢献"している（福井謙一）』などの意見に代表されている人間の精神面への影響である。　さらにもう一つの大きな課題は、科学・技術の自律的な"進歩"のスピードの早さとその影響である。　最近の情報通信や生命科学の発展からも実感として理解されるところであるが、『現代は、社会が科学・技術の進

表 1　20世紀 科学・技術文明の成果と課題（＊1）

成果	①新しい自然法則の発見 ②寿命の延長と世界人口の増大 ③経済的生活水準（物質文明）向上 ④国家間の相互理解の向上	物理化学、天文学、生物学など 医学・食糧生産技術など 多くの科学・技術成果 情報通信、輸送技術など
課題	①軍事技術による人類滅亡の可能性 ②大規模技術による社会へのインパクト増大 ③資源浪費と環境破壊（バイオスフェアへの影響） ④科学・技術の地球上の偏在と恩恵の不平等 ⑤人間疎外と自己喪失 ⑥科学・技術の変化のスピードと人類の適応力	核兵器と核の冬などの影響 原子力発電所、情報システム、自動車事故など エネルギー技術および機械，化学製品の二次的機能発揮 発展途上国への技術移転難および科学・技術の〝自己増殖性〟 物質文明と精神文化のアンバランス 科学・技術の自己増殖と技術革新
総合課題	人類が自分で生んだ科学・技術文明をいかに制御してゆくか	

展に対処できるかどうか実験を行っている時代（ドナルド・D・ブラウン）』『科学・技術の急速な進展は人類の淘汰圧になってきている（江原昭善）』などの意見がそれであり、前述の欲望のエスカレーションと表裏一体をなす課題である。　以上表1の成果と課題は相互に関連を有しており、それは非線形フィードバックシステムを構成しているものと想像される。　しかしこの文明のシステムを上手に制御する方法論を人類はまだ見つけていない。　このことが21世紀を迎えるにあたっての最大かつ総合的課題と認識する。

4　MAEシステムの具体例（人口増大と環境問題）

表1の成果から②世界人口の増大、課題から③環境破壊とを抽出しその事例からMAEシステムのふるまいを観察する。　人口の増大を可能にした科学・技術成果Aは食糧生産技術と医薬品である。その中には化学肥料、農薬生産プラント，輸送機械、貯蔵プラントおよびエネルギーを供給する発電プラントなどが含まれる。　このような機械や生成物は設計論の分野で研究されているように目的とする機能を発揮すると同時に必ず二次的機能を伴う。　火力発電所、肥料生産プラント，自動車などの二酸化炭素他の環境への排出、化学製品の土壌汚染機能などがそれである。　この二次機能は人間が目的機能を手に入れようとすると同時に、発揮するところに特徴がある。　環境圧がAに比較して充分に大きい場合又は時代はAの二次機能は無視できた。　しかし20世紀の科学技術文

明は、人を圧の中で無視できない規模まで"増殖"させてきた。

その間の事情を図1で示す。

1980年前後の産業革命以後の技術革新はコンドラチェフの研究のようにほぼ50年のサイクルで現在まで4回起きている。これらの人は経済発展を伴いつつ社会に普及したから石炭、石油を中心とする化石燃料の消費を誘引した。

1800年から現在までに人類は化石燃料を1850億トン消費したといわれる。(＊3)

以上の結果世界人口は1800年の7億人から1986年には50億人を突破し，2016年頃には100億人になると推定されている。(＊2)

一方化石燃料の消費は二酸化炭素の排出という二次機能を発揮した。

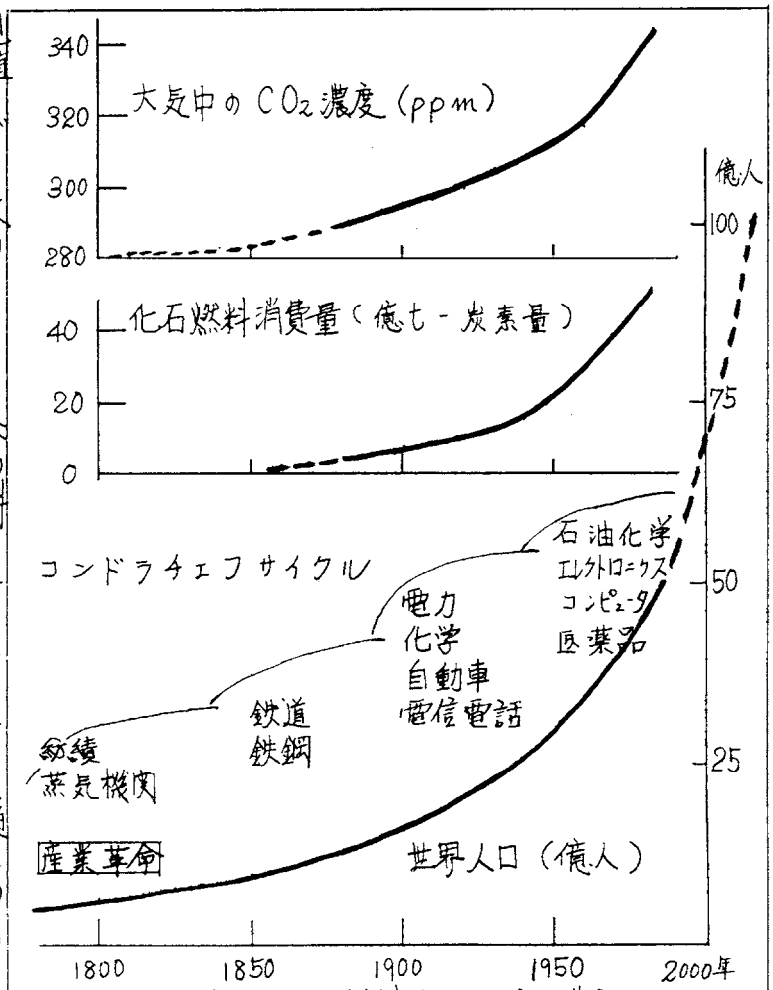

図1 技術革新、人口、燃料消費、CO_2濃度の時系列変化 (＊2、＊3より)

現在年間5億トンのCO_2が世界中で排出されていると推定され、その結果大気中の二酸化炭素濃度は1800年頃には280ppmであったものが1986年には346ppmに上昇した。(＊3) このままの傾向が持続するであろうことは人口予測とエネルギー消費およびエネルギー技術の予測から類推できる。そうすると2030年には500ppmになり気温が1.5°Cから4.5°C上昇し，海流変化，農作の変化，臨海地帯水没など食糧供給変化と生態系に大きなインパクトが生すると予測されている。(＊2)

以上のように技術革新の成果の社会への適用と人口増大と環境問題とは、図1のグラフのように正の相関があると考えられる。

5 IMAEシステムのふるまい

以上のケースにおける因果関係をMAEシステム図として図2に示す。　図2（イ）は、人間Mが科学・技術成果Aを操作し環境Eに働きかけて食糧を入手する因果サイクルである。　環境から化石燃料が投入されるかぎりポジティブフィードバック系として働きその結果MもAも増殖してきた。

図2（ロ）はAにおける二次機能に注目した因果サイクルで人類MがAを大規模化し化石燃料を投入すればするほどCO₂を発生させ環境Eを変化させ食糧生産にマイナスのインパクトを与えることを示す。

図2（ハ）はイとロを合せかつMA（通常はマンマシンシステムと呼ばれている）とEとの関連を示したものである。　この図は人類が科学技術を駆使し食糧を増産し、人口増大という目的函数を達成しようとするMAEシステムは同時にネガティブなふるまいをするシステムであることを示している。

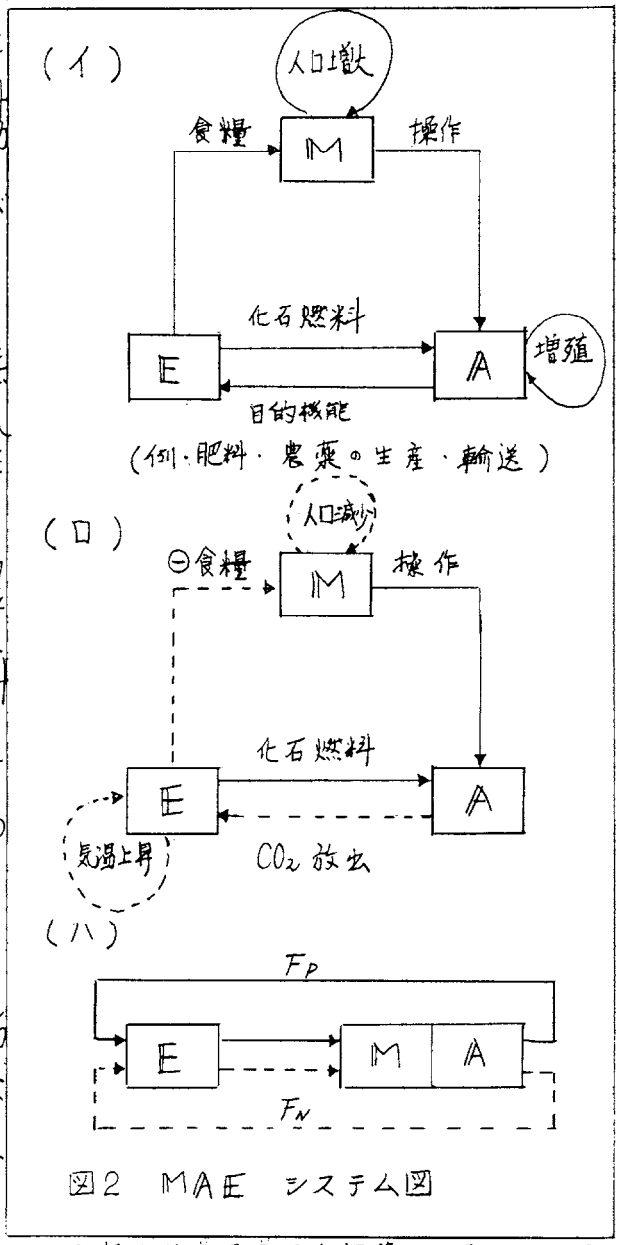

図2　MAE　システム図

6　考察

『科学・技術文明をいかに制御するか』という課題に対して上記の2つのフィードバック系の存在は制御の可能性を予測するカギではないかと思われる。（＊4）　なぜならば人類が科学技術の成果を享受して無限に欲望を満足させようとするとネガティブなインパクトを人類に与える系が働き、ちょうど自律神経系のようなホメオスタシスを想像させるからである。

＊1　本文中記載の諸氏の他、江崎玲於奈、沢田昭氏、伊東俊太郎、N・ダール諸氏の意見「21世紀への英知－ノーベル賞受賞者の提言」を参考とした。
＊2　近藤次郎　21世紀の学術　日本学術協力財団　17～59（1987）
＊3　竹内均編　バイオスフェアを襲う脅威　ニュートン　8(8)　70～77（1988）
＊4　松下技研　産業機械技術と人間・社会・経済に関する調査研究(2)　松下技研　（1975）