

○大熊 和彦 政策科学研究所，平澤 冷 東京大学

### 1. はじめに

ソフト系科学技術は、科学技術政策大綱（1986年）でも、基礎的・先導的科学技術の一つとして重点的に振興を図るべきとされている。この分野においては、我が国では科学技術庁内に1970年に設置されたソフトサイエンス検討会で本格的に取り上げられて以来、何度かその振興策が提唱され、また研究蓄積と利用経験が重ねられてきた。しかし、表1にみるように、近年の開発・利用環境の大きな変化をうけて、新たに見直し、位置づけ直す必要がある。

表1. ソフト系科学技術の重要性が増している背景

① 世界の文明史的な潮流	— 高度情報化・知識社会への移行、知的専門家の役割増大、政治経済社会文化にわたる新秩序の模索
② 我が国の経済社会動向	— 産業社会の高度化、情報化・国際化・成熟化、新・日本的経営の構築、ネットワーク、組織の時代
③ 直面する課題群の変容	— 課題の複雑化・巨大化・不確実化、戦略化、人間化 主観・感性・情緒的な要素や参画的過程の重要化
④ 技術の新領域への展開	— コンピュータ・情報技術に支えられたシステム技術、 学習・コミュニケーション技術のイノベーション
⑤ 学問群の新展開と再編	— 人間とくに認知・思考・行動の理解の深化、複雑さ、 組織や関係についてのアプローチの進展

### 2. ソフト系科学技術の概念と特徴

#### 1) 新たな概念の提起

ソフト系科学技術は従来、表2のように、重要な課題領域や学問領域の例示をもって扱われてきた。現在の関連研究者側に対する調査結果をみても、多彩なイメージで受け取られている。関連研究者のイメージの和集合は、表2に示した従来の概念規定の和集合と殆ど一致している。このように包括的に捉えたソフト系科学技術(群)は、ハード系科学技術(群)に対比されるものとして位置づけるべきであろう。諸外国には、このような概念に相当する言葉はなく、国際的にもユニークな学問的な問題提起が可能な枠組みといえる。

ソフト系科学技術の概念は、対象としてのソフトの概念を定義することによって行うことが日常語の語感とも調和し、原理的にも整合性がとれる。すなわち、ソフト系科学技術とは、「人間の（認識や解釈という）内的過程を経過し、思考や行動を通じて（表現され客体化されて分かる形に）表象されたもの」（＝ソフトなもの。例。情報、システム、知識、サービス）を対象とする科学技術である。

ソフト系科学技術の概念に基づく諸研究の位置づけと相互交流を通じて、対象

表 2 . 従来のソフト系科学技術の関連規定の内容

	ソフト・サイエンス 検討会／5号答申 (1971年)	『基本設計』 (1974年)	6号答申 (1977年)	11号答申 (1981年)	ソフト系科学技術 関心領域 (本調査)
目的／課題 問題意識	環境・都市問題等の 社会問題	複合的な政策課題	資源エネルギー、環 境、防災、教育、医 療等の複雑多岐にわ たる諸問題	高度複雑な科学技術の 潜在的な可能性を引き 出す 都市・交通・生活環境 等の社会問題	---
研究対象と 方法論	問題解決の手法 人間を中心として 含む組織・社会 認識・学習・創造等 の高度な知的活動	意思決定の科学化に 関する理論、方法	問題の明確化から解 決までの各段階で 必要な手法 社会的合意形成 アセスメント	問題の分析・明確化・ 解決までの手法 人間の集団的行動の分 析、取り扱う理論・ 方法論 研究開発活動そのもの 知識を取り扱う科学技 術	問題発見から問題解決 まで 認知から始まる知的 活動の各過程 高度シミュレーション 悪構造問題
基礎・背景 学問	情報科学 システム科学 数理科学 社会生物学 行動科学 知的活動に関する 科学	情報科学 行動科学 システム工学 社会工学 経営工学	情報科学 システム工学 管理科学 行動諸科学 社会科学	システム工学 社会工学 行動科学 政策科学 情報科学 数理科学	システム論 情報処理 AI 認知科学 行動科学 組織科学 経営科学 政策科学

の個別性（既に相当部分が個別学問として発展している）を超えて、共通性・一般性のある対象の見方と取り扱いの方法論を、論理的、構造的、規範的に整備し体系化することが期待できる。

実用的にみたソフト系科学技術は、外界の自然・工学システム（ハードウェア）ないし人間を含むシステム（ヒューマンウェア）の多様な機能を引き出す利用・運用技術（ソフトウェア）といえる。典型的には、コンセプト、プログラム、プラクティス等が明確で共有・蓄積できる形態をもつものである。外界の実体的対象の利用・運用にあたっては、関連する実体の表象世界での扱いを本質的に伴う。

## 2) 特徴と3類型

ソフト系科学技術の最大の特徴は、（実体的対象＝ハードな対象のように）自然の摂理のような内在原理をもたない対象を扱うところにある。その結果、理論等の正当性・優位性の規準には幅広いスペクトラムがあるので、ソフト系科学技術内部の構造の整理が重要である。ソフト系科学技術は、対象がハードウェアかヒューマンウェアかによる区分、方法が原理確定的なものか、発展的・展開的なものかによる区分によって、3類型を区分できる。これらを表3にまとめた。

第1類は、対象がハードウェアであるソフト系科学技術であるが、科学技術の高度化に伴い重要性が増している。これは科学技術の大規模化、複雑・多岐・一過性の現象の扱いとともに実体世界との照合が困難な事象を扱うことが増え、ハードウェアのもつ内在原理に対し論理整合的な思考実験やシミュレーションの役

表 3 . ソフト系科学技術の類型と特徴

対象の特徴		方法の特徴	具体例
ハード	実体として存在する対象 (実体世界)	対象自体に問いかけ、対象に内在する原理(自然の摂理)に回答を求める	自然システム 人工的物理システム
	表象された対象(表象世界)	内的原理がないので、扱う対象と内的過程の深さにより差がある	人工的抽象システム 人間活動システム
ソフト系科学	第一類 自然・工学システム (ハードウェア) の表象世界	実体の内在原理に対して論理整合的に表象された対象(人工的抽象システム)を、思考実験やシミュレーションにより操作し、疑似実体的知識を集積し理解を深める。得られた結果を、実体世界と照合し、妥当性を検証する。	大規模・複雑・多岐にわたる自然・工学システム、一過性の自然・工学モデル(自然環境 <sup>①</sup> 、制御 <sup>②</sup> 、設計・事故解析シミュレーション)
	第二類 人間・社会システム (ヒューマンウェア) の表象世界	対象を外在化し、主知的に扱うことが基本的態度である。原理確定的な方法論によるシミュレーションが中心である。実体の内在原理と論理整合的なとき、実証的客観性を得る。	人間・社会システムの実態的側面をとらえた疑似自然・工学システム(世界経済 <sup>③</sup> 、生態学的社会 <sup>④</sup> 、意思決定モデル、ゲーム・モデル)
	第三類	人間の自己意識に根ざす深い内的過程(価値観、世界観、感性、情動等が支配する)を経過して抽象された対象(人間活動システム)を扱う。主知的に扱うことが困難なので、人間や社会を内在化させ、内包システムとして主意的に扱うこともある。コミュニケーションが中心となる。発展的・展開的な方法論(例えば学習)が有効なことが多い。前提無矛盾な論理整合的検証レベルの確保をめざす。	人間・社会システムの内的過程自体に内在する曖昧さや不確実性に着目し、その本質的側面をとらえるアプローチ(思考過程、交渉合意形成などが関心、状況記述型「ソフトシステム技法」、学習型フェジィシミュレーション、参加型アプローチ)

割が増大したことを受けている。情報化による計算・記憶能力と画像処理能力の革新に支えられた、研究のデスクトップ化に相応するものである。

第2類は、ソフト系科学技術の伝統的かつ中心的イメージを構成しているものであり、精緻に発展した自然科学・工学的な方法論を用いて複雑な人間・社会システムを扱おうとするものである。ORやハードなシステムティック・アプローチに代表されるように、対象が外在的主知的に捉えられ、その実態的側面を分析的・定量的・原理確定的な疑似自然・工学モデルとして扱える問題解決には極めて有効であり、また不可欠のものである。現実の経済社会での各主体の合理的実践経験や人文・社会科学的な知見、観測データの集積に加え、コンピュータ技術の高度化・普及をうけて、モデリングとシミュレーションを中心としたこの類型の科学技術が、さらに多様に効果的に整備される可能性がある。

第3類は、人間・社会システムを対象としているが、第2類の扱いだけでは捉えられない対象や部分、すなわち疑似自然・工学モデルとして把握できないものに着目し、この取り扱いを模索する新しい方法論である。人間の内的過程自体にある不確実性や曖昧さ等の、より深い面を捉えるため、発展的・展開的な性格をもつ方法論として形成されつつある。人間・組織の思考過程の解明や主観による不確実性の扱い方の進展に基づいた、1) “柔らかない”モデルや2) 対話型の発展モデルの導入、3) 主体的側面を内包する参加型システムとしての構想、4) 対象のモデル化よりも明確な状況記述から開始するアプローチ等の試み、等がこの範疇に入り、多くのものが学習とコミュニケーションの形態をとっている。

表 4 . ソフト系科学技術の重要課題領域例

<p>【 a 自然・工学系（第 1 類ソフト系科学技術の対象）課題への対応】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 科学技術の高度化・知識集約化の支援</li> <li>2. 大規模巨大技術の設計・制御・維持・管理等の支援</li> <li>3. 広域・複雑多岐にわたる自然現象・工学現象の解明</li> </ol>
<p>【 b 人間・社会系（第 2・3 類ソフト系科学技術の対象）課題への対応】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. 拡大・複合・高度化する技術インタフェースの人間工学・感性工学・認知工学的な改善</li> <li>5. 人間・組織の知的活動メカニズムの解明</li> <li>6. 高度情報化・知識社会に対応する教育・学習システムの開発</li> <li>7. 知的活動環境のインテリジェント化、アート支援</li> <li>8. 研究開発等の高度知的活動組織の創造性マネジメントの展開</li> <li>9. 不透明・大転換期に対応する新・日本の経営の創造             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 戦略的マネジメント (2) 意思決定システム (3) 組織活性化と人材開発</li> </ol> </li> <li>10. 国際的貢献をしようとする科学技術政策と日本型科学技術開発システムの構築             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 国際的視野に立った政策形成 (2) 推進マネジメント (3) 人間社会との調和</li> </ol> </li> <li>11. 国際化・高度情報・成熟社会への適応を図る公共政策の展開             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 産業構造高度化 (2) 社会開発 (3) 危機管理 (4) 新しい秩序・基準</li> </ol> </li> <li>12. 多様な情報環境の整備を通じた社会的コミュニケーションの展開             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) メディアとネットワーク、情報・知識ベース (2) マニュアル・展示技術</li> </ol> </li> <li>13. グローバル・イシュー（国際政治・経済・文化）の問題発見・解明と政策協調</li> </ol>
<p>【 c 確定的方法論（第 1・2 類ソフト系科学技術の方法論）の開発】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>14. 指標化・数量化等を前提とした数理的・情報処理的方法論、システムティックな方法論の研究開発</li> <li>15. 発想・思考・判断等の「科学化」を指向する方法論の研究開発</li> <li>16. 専門家の知識や経験のコンピュータ化を図るための方法論の研究開発（知的活動の代行・拡張）</li> </ol>
<p>【 d 発展的方法論（第 3 類ソフト系科学技術の方法論）の開発】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>17. 主観に基づく複雑さ・不確かさを扱う方法論の研究開発</li> <li>18. 対話的コンピュータ・システムの研究開発（知的活動の支援・刺激）</li> <li>19. 人間内在型システムの形成・運用等に関わる方法論の研究開発</li> <li>20. (ソフト・システムズ・アプローチのような) 継続的学習システムの方法論の研究開発</li> </ol>

### 3. ソフト系科学技術の重要課題の提起

ソフト系科学技術は、学問フロンティアの対象の性格がモノ・エネルギーから情報（さらに中でも意味）へのシフトという歴史的趨勢を受けて今後重要性が増すことは明白である。また高度情報化・知識化・国際化した現代の問題状況をうけて、高度に複雑な対象の認識や予測・制御、デザイン（設計）、コミュニケーション、マネジメント、意思決定・相互了解・合意形成などに関連する極めて重要な技術領域を含んでいる。ソフト系科学技術の重要研究課題領域例を表 4 に示す。

本報告は、昭和 62・63 年度に科学技術庁から（財）政策科学研究所が受託して行った『ソフト系科学技術の研究開発の現状及び今後の展開方向についての調査』を基礎にしている。委託調査の管理と発表に便宜を与えられた担当部局に深く感謝するものである。