



保全学の必要性

原電事業株式会社 織田 満之 Mitsuyuki ODA

人類の祖先はアフリカ大陸のサバンナでサル仲間から進化、誕生したとされている。数百万年前のことである。それ以来気の遠くなるような日々を経て連続と今日の我々につながっている。

直立歩行をはじめた人類の祖先は咽頭や鼻腔の肉体的構造変化とともに発声器官を発達させ言葉を得るに至った。牙もなく、丈夫な毛皮を帯びているわけでもなく、さらに逃げ足の遅い人類の祖先にとってこの言葉による相互のコミュニケーションは種族の存亡の危険回避の面で大いに役立ったであろうことが想像できる。

言葉を得ることによってさらに脳の発達が促されたことも事実であろう。

人類初期の言語がどのようなものであったのかは知るよしもないが、時代とともに着々とボキャブラリーも増えて複雑、豊富な品詞の活用や文章表現となっていくことであろうし、また地球各地への進出とともに地域語への分化も進み現代語へとつながっていった。

この何十～何百万年の大部分の間、人類は日常的な発語としての言葉（パロール）でのコミュニケーション能力は自然発生的、経験的に会得、拡大していったものの言語について深く体系的な整理やとらえ方がなされたわけではなかった。言語について学問的に関心をもたれ科学的な分析、整理がなされたのは今からほんの100年程度前に過ぎない。

ソシユールに始まる言語学への取り組みはチョムスキーによる発語のもとになっている一定の文法に沿って整理されたラングの概念の明確化と具体的な発語（パロール）の関係付けによってほぼ確立されたものと考えられる。つまり、それ以降この論を根本的に凌駕する新説は出されてはおらず、チョムスキーらの言語学の考え方と体系は普遍性を持ったものといえる。

長々と言葉と言語学について述べたのは、我々がこれから本格的に取り組もうとしている保全体系化や保全学についても前述の普遍性を持つ言語学発達の思考過程や構造論などの成果が活用可能ではないかと考えて

いるからである。

現代のあらゆる装置産業における保全分野には実に多くの関係者が携わっており、それかけられる労力や費用も国家的規模でみると莫大である。しかしながら、この分野は古い時代の言語と同様に従来から自然発生的、現場経験的、運用的に取り組みされてきた分野で、構造体系として整理されて数理的最適化が達成されているわけではない。

学界においても保全体系を専門的学問分野としている学部や学科は現在のところほとんど見あたらない。

戦前戦後を通じて右肩上がりであったわが国の産業経済の環境は技術的にも成熟の域に入り、また後続の途上国の台頭もあって国際競争力の観点からも従来のような新設計、建設、増設指向の開発発展至上主義“それ行けやれ行け、どんどん作ろう”の時代ではなくなってきた。

地球的規模での環境保全問題をみても、過去の右肩上がりの経済活動の結果として近年、生活環境に対するさまざまな好ましくない方向への変化が大きく問題視されてきている。また、その影響の度合いをどのように評価し将来につないでいこうとするのかが問われている。これらは、地球上の人類に従来の考え方から何らかの転換を迫る時点にさしかかって来ていることを示している。

このような状況のなかで、あらゆる人工物については従来の設計、製造、建設、増設に重点をおいた取り組みから、今や現有の構造物等を安全性や信頼度を維持しながら経済的に上手に長く使うという「保全」の概念を中心に据えた発想に転換することが必然の時代に入ったとの認識が重要である。設計や製造、建設についてもむしろ保全の観点からとらえてみようということである。

「保全」について体系的に取り組むことは産業用の施設はもちろんのこと、ゆくゆくは公共施設保全、国土保全、地球環境保全などこれからの時代にあまねく適用可能な共通的概念であると考えられる。

特に原子力発電設備などの大型の設備産業では長期の使用に耐える設備設計がなされているということを前提に、「保全」を前面に出した管理によって、安全性や信頼性を担保しつつより経済面で効率的であることを目指し、常に社会や環境のニーズや受容性に応えるということを考えに入れた最適保全を指向すべきと考える。

このためには従来経験的、運用的に多大の費用や人材を投入してきた保全活動分野について、それを科学的な手法により体系的に整理・分析し、構造を明らかにして、さらには最適化し、社会的にも説得性、受容性のある形、すなわち保全学の確立を目指して学問的、数理的に取り組んで行かなければならない。

繰り返すが、保全は対象とする人工物の劣化事象とその管理を科学するのであるが、根幹的なことは

(1) 社会的な要請が存在すること、(2) 安全性を含めて信頼性マキマムを確保すること、かつ (3) コストミニマムであること、を追求することであり、保全学はこの考えをベースにした構造論を展開し構築してゆくことであると認識できる。

現実社会の種々の行動のもとになっているパターンを考えてみると、その根幹には「法則」的なものがあり、これに一定の「境界条件」を与えることによって現実的な行動の概念が形成される。このような法則と境界条件の階層的構造関係はあらゆる行動を支える普遍的なものであると考えられる。

保全についてもこのような構造的な理解のもとに整理することによってその本質が見えてきて、これをもとに具体的な保全活動を展開すれば最適解、つまり保全の最適化が達成できるのではないかと期待される。

幸いにも現代はコンピューター技術が飛躍的に発展を遂げていて、複雑で大規模な計算も不可能ではなくなっている。これをうまく活用することができれば従来は不可能と思われていた数理的な最適値計算も夢のものではないとの期待もある。

これらの総合学としての取り組みが「保全学」である。

具体的なアプローチのアイデアについて以下に示してみる。

1. 保全の構造を分析し体系的に論じる

1-1) 保全対象について論じること

保全を考える上での対象を階層的に明確にする。大

きくは「施設、設備」から小さくは「装置、機器」、さらには「部品」に至る階層構造を認識した上で、どのまとまりを対象範囲として保全を論じるのか、また具体的に各階層における対象について保全上の重要性を考えて区分、ランク付け、場合によってはスクリーニング等の層別化を図るための思考過程を明らかにすること。

1-2) 劣化事象を論じること

(1) 対象物は時間とともに傾向の大小はあるものの必ず物理・化学的な変化、すなわち「劣化」をするものであるとの前提で劣化の種類、劣化機構、劣化速度などを定量化して事故、故障等の事象を分析・予測し、最適な予防対策の策定を可能とする。

→事故工学

(2) 劣化事象の発生事例を調査して効率的な原因調査計画と原因究明を可能とする。

→事件事象分析学

(3) プラント特性を解明し事故トラブルの発生を数理的に予測する。

→仮想システム工学

1-3) 劣化限界を論じること

規格基準の構造、体系を明確にし、裕度の最適配分などを可能とする。

→規格工学

2. 劣化影響について論じる

2-1) 劣化が階層構造へ与える影響を論じること

部品が劣化したときに機器や装置の機能にどのように影響するか、機器や装置が劣化したときに系統や設備の機能にどのように影響するか、さらに系統や設備が劣化したときにプラント施設にどのように影響するかを定量的に検討する。

2-2) 劣化の安全上、経済性上、社会上の影響を論じること

劣化の結果として生じる事象の重大性、その程度などを論じて経済的損失（生産性低下や製品品質の低下、保全措置の費用増大）、および社会的な影響に関する構造的な理解、影響程度の評価方法と定量化を論じる。

また保全活動の産業社会的な側面（多層構造、雇用問題など）を分析し最適化の方法を論じる。さらには

技術、技能の維持、向上の問題にも取り組む。

3. 保全活動の構造を分析し保全内容の最適化を論じる

3-1) 保全サイクルについて論じること

保全活動は機器や装置レベルを対象として、

- ①当該機器等の劣化状態を把握する活動（点検、検査）
- ②点検や検査の結果についての判断（点検等の方法／頻度の妥当性判定と最適化、保全措置の必要性の判断、時期などの判断）
- ③保全措置（手入れ／修繕／改良／取替え等の選定と計画／実施）

という基本サイクルがある。

これを具体的な機器／装置レベルに展開して論じる。

3-2) 各保全活動要素について思考過程を分析し普遍的構造を論じること

各要素についてデータベースとなるもの、基準やルールとなるものを論じ、これを実際の保全活動（行為）に結びつけるための思考過程や相互関係を明確にすることにより構造を普遍的なものとしてあらわす。さらには相互関係を数理的な表現につなげる。

3-3) 保全活動の最適化方法について論じること

- (1) 安全性の確保や信頼性の確保はもちろんであるが、保全には経済性や社会への受容性の視点も欠かせない。これら場合によっては相反する要求について最終的にどのような思考プロセスで総合判断（統合化）して最適化するか、そのための手順、方法などを論じる。
- (2) 個々の機器／装置について保全の観点からの重要性、優先性を勘案して、
 - ①具体的な劣化状態の把握方法、頻度、点検方法の組み合わせの最適化を論じる。機器を非破壊や非分解で点検検査するか、それとも分解点検するか、またはどのように組み合わせるのが最適かなどである。
→検査システム工学、点検周期論、点検方法選定論
 - ②また、保全措置が必要な場合について修繕か、取替か、改良かさらに応急対策か恒久対策かなどを

合理的に決定する思考プロセスを論じる。

→保全措置論

- (3) 保全活動の結果やデータをどのように分析、管理して他の機器、系統、プラントなどの設計や保全活動に反映するかの方法を論じる。

従来から社会的にも認知され、我々が熟知してきた機械工学、電気工学、化学工学、物理工学などの応用的な「工学」や、さらにこれを各対象構造物単位に絞った形で専門化させた航空工学、船舶工学、自動車工学などの「専門工学」の分野がある。原子力工学も後者の範疇である。

これらはいずれも古典的ともいえる自然科学、言い換えれば「法則」を扱うともいえる数学や物理学、化学などを土台として成立している。

これに対し「保全学」は、構造物にかかわる「人の行為」、言い換えれば時間軸を持つ側面を軸として、前述の自然科学および機械工学や電気工学等の工学を横通しに捉えるとともに、それらの土台となっている「法則」的な学問との関係をも総合的に論じると同時に、「人の行為」に大きな影響を有するという観点で社会学や経済学の人文科学分野までを包含して論じようというものである。

また、保全の学術体系化を進めるにあたっては言語学等の普遍的な見方を適用していくことを念頭においている。

我々が目指す「保全学」のように「構造的視点」や「時間軸を含めた“人の行為”」の軸で見て行くなれば、現代の産業社会活動でいまだ学問体系として十分には確立していない、たとえば「計画学」「建設学」「運転学」「廃止措置学」というような分野も「保全学」と同様の概念の適用が可能はずで、これらの学問分野を拓くことの手始めにもなり得るのではないかと期待も込めて発展的に考えている。

本稿では保全学のすべての課題や論点を示し尽くせていないが、我々が指向する保全学というもののイメージが少しでもつかめていただければ幸甚である。今後これらの構造や相互の位置付けも含めて保全学としての議論がおおいに進められることを期待するものである。

(平成15年 8月 12日)