

要 旨

1 作成の背景

計算力学を基盤とするコンピュータシミュレーションは、1990年代、製造業の製品開発プロセスの大変革をもたらし、開発期間の短縮、開発コストの削減に大きく貢献した。また、計算力学は消費者に対して製造者への即時のフィードバックを与えることを可能とし、製造者と消費者の一体化も加速する。一方、近年、電動走行車や自動走行車、空飛ぶクルマの開発などにより、特に、製品開発における音の問題は大きく変わりつつある。例えば、空飛ぶクルマの市街地上空の飛行による騒音問題の発生は、都市騒音としての3次元音場での解決が必須である。さらに、騒音からストレス環境音への変換や都市空間での静止・移動騒音源間の連携、生活空間騒音の音質と生体反応との連鎖など、従来技術の延長上にない技術革新が必要となる。そのためには、多様な分野との本質的な連携が不可欠である。このような課題は、日本では、学術(大学など)と技術(企業など)とさらに社会(地域・行政など)の連携がないと、前に進まない場合が多い。

すなわち、従来の音響学に加え、生体反応に関する生命科学や音楽などの芸術・心理学、環境、都市、モビリティなどの多分野を融合し、手法・データ群を集約する包括的な新たな音響学と、その基盤技術と適切な応用を推進する研究母体としてコンソーシアムの創設が急務である。ここで扱うシミュレーションは、音や振動といった物理量を評価する従来のコンピュータシミュレーションを基軸とするが、受け手となる人を想定し、人間に与える影響までを考慮したシミュレーションという包摂的な意味合いを持つものとする。工業製品に対しては、産業革命以降は機能や性能など物理的価値が着目されてきたが、単なる物理的価値が諸外国との差別化要因とならない現状では、人間が体感できる高品質な感性価値や空間価値が求められ、多分野を連携した音響環境の研究推進は高い国際競争力を有する。

計算音響学小委員会では、音の発生、音の伝播、聴覚器官による音響に対する感覚、音楽、騒音等、音に関するあらゆる現象を扱っており、真に工学・芸術・心理学・感性工学・生理学・医学・環境学など幅広い学際領域を議論の対象としてきた。これまで、スーパーコンピュータによるコンサートホールの音響シミュレーション、音声に関するシミュレーション、AIと音質シミュレーション、楽器の発音機構から作曲、さらに、感性の領域に及ぶシミュレーションにも踏み込むなど、多様な議論が進んでいる。これは、日本学術会議の特徴である、単独の学会では扱えない多様な領域を含んでおり、これらの音を中心とした多様な研究は世界的に見てもユニークな学際的研究になり得る。すなわち、理工学が芸術・心理学・生理学などと融合した新たな学際的研究になり得るものであり、他の理工学系の学際研究とも双方向の波及効果を持ち得る。第6期科学技術・イノベーション基本計画(2021～2025年度)で掲げた、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムによる多様な幸せ(well-being)を目指した「人間中心設計」の推進のためにも、上記研究の展開は喫緊の課題である。

2 現状及び問題点

コンピュータシミュレーションに基づくモデルベース開発技術はドイツが描く第4次産業革命「インダストリー4.0」の中核をなすもので、ドイツでは大きな予算が注がれている。項目1で述べたとおり、第23期に計算音響学小委員会が誕生して以来、議論されたテーマは多岐にわたり、その学際的な研究領域のコンセプトは「インダストリー4.0」とは異なる独自のものである。しかし、計算力学分野を見てみると、スーパーコンピュータ「富岳」における重点課題は、破壊・流体解析が中心であり、芸術・心理学・感性工学・生理学などとの連携は必ずしも十分ではない。すなわち、各分野で先端的な研究が進んでいるものの、これらを相互に連携させる機能がなく、十分なシナジー効果が得られていない。以上を踏まえ、本小委員会では、新たな学際的音響学の創出に向けた音響を核とするシミュレーション技術の開発についての課題と解決について検討してきた。具体的には、以下の問題点が確認された。

- 1) HPC (High Performance Computing) 技術、音響信号処理技術、モデルベース開発技術、ディープラーニング(深層学習)を中核とする AI 技術を駆使し、芸術・心理学・感性工学・生理学などと連携した新たな音響学を核とするシミュレーション技術が開発できるか？
- 2) これらの諸分野のそれぞれが発展し、互いに連携可能な段階に達しているか？
- 3) 如何にして、製品が希望するものとなるように、消費者自身がシミュレーションを通して作り手とコミュニケーションをとれるようになるか^[1,2]？
- 4) AI の適用技術に関する大きな変化として、この数年の AI 学習機能の複雑系への適用の飛躍的な向上がある。音響計算の分野において、既存の学術分野の壁を越えた幅広い取組に対応できるか？

3 課題解決のための方策

本小委員会における議論の結果を計算科学シミュレーションと工学設計分科会において取りまとめ、以下のような意見を得た。

(1) 明確な国家的政策立案と施策

- 1) 関連する産官学の機関は、工学・芸術・心理学・感性工学・生理学・医学・環境学などが融合した新たな音響学として、それを核とする包括的音響基盤の創出に向けた環境の整備を進めるべきである。
- 2) 関連する産官学の機関は、この新たな音響学の創出における取組に関し、工学・芸術・心理学・感性工学・生理学・医学・環境学などを連携した科学技術のさらなる創出に展開していくべきである。
- 3) 関連する産官学の機関は、我が国の工業製品のプレゼンス向上や人材育成についての政策を立案するにあたり、オープン科学時代に入った今、製品開発における視点の多角化として、Push 型から Pull 型(ユーザー目線)も包含し、付加価値創出のアプローチ推進を勘考すべきである。

(2) 長期的研究体制と産官学連携によるコンソーシアムの創設

- 1) 音響学の他、工学・芸術・心理学・感性工学・生理学・医学・環境学などの分野において、それらを個々に深化させつつ、それらの融合研究に向けた、個人や組織の属する領域を超えた有機的な連携をするコンソーシアムを創設し、長期的な研究体制を構築すべきである。
- 2) 革新的HPCI(High Performance Computing Infrastructure) においては、これらの分野を連携した音響学に関する、永続的かつ学際的な研究開発組織を構築すべきである。

(3) 人材育成

- 1) 大学等の高等教育機関においては、音響学を核として専門性を高めながら、工学・芸術・心理学・感性工学・生理学・医学・環境学など関連領域の専門家の講義を受講し、卒業研究などの研究段階で関連分野の研究室とも連携できるカリキュラムをデザインすべきである。
- 2) 音や振動といった物理量を評価する従来のコンピュータシミュレーションを基軸とするが、人間に与える影響までを考慮する人間中心の視点を教育課程において習得させるべきである。