

## エグゼクティブサマリー

ここ数年来、日本の科学技術では欧米製の計測・分析機器を購入して科学研究が進められる状況が指摘されている。現代科学が発展してきた歴史を振り返ると、新たな科学の発見は計測することによってブレークスルーされてきた。まさに計測は科学の母（*mother of science*）と言っても過言ではない。したがって、計測技術を外部へ依存することは、新たな科学の発見、進展をどのように見据えるかという根本的な認識と繋がる。

本調査は、この日本の科学の進展における計測のあり方について検討した結果をまとめたものである。また、計測技術に係る研究開発分野における様々な計測ニーズを俯瞰するとともに、ニーズとシーズの邂逅する場など、計測ニーズを充足する研究開発のあり方についても提案している。具体的な調査項目を以下に記す。

- ・各科学分野における計測ニーズの把握
- ・抽出した計測ニーズの俯瞰と、特徴付け
- ・計測ニーズとシーズの邂逅に関する今後の進め方の考察

本調査において対象とする計測分野は、「計測を基盤として用いる科学技術分野」である。①「生命科学」、②「ナノ・物質科学」、③「情報・通信科学」、④「環境・エネルギー科学」の4つの科学技術分野を対象として調査を行った。

調査の結果得られた各科学分野における現在の計測の水準（特徴）と、計測ニーズのトレンド・キーワードは表の通りである。また、得られた計測ニーズの特徴として、(1) 計測ニーズの60%が「生命科学」分野、(2) より複雑な現象解明へ取り組むための計測ニーズが多い、(3) 「四次元レンズ」という未来予測も含めた計測ニーズが含まれる、の3点が明らかとなった。

表 科学分野ごとの計測の水準（特徴）・トレンド（概要）

分野	分野と計測の水準（特徴）	トレンド
生命	ヒトの生命現象を分子、細胞、器官および個体などのレベルで解明する研究分野。未解決問題が多い。 物質の時空間的存在（存在計測）と、物質関係性（関係計測）から生命現象を理解。	内部計測、非侵襲（生きたまま）、リアルタイム、定量計測
ナノ・物質	ナノメートル領域における物質の成長、加工、そして内部・表面・界面構造、そこで生ずる諸物性現象を、原子・分子レベルで観測し、理解し、制御し、それら諸要素を組み合わせることで応用することにより、あるいは他の知識・技術と組み合わせることによって新しい知と機能を創出しようとする学術的・技術的領域。物理計測と一体化。あらゆる原理・物理現象を応用して、極限までの物質の存在・現象の解明を追及（存在計測）。	同一環境・その場計測、多階層同時計測、多因子同時計測、リアルタイム、原子分解能、3次元化、界面計測、認証標準物質と標準分析・測定の設定
情報・通信	通信・計算・制御の情報処理の科学。数学を含めた学問ツール、データマイニング、複雑系などの計算科学と融合し、人文・社会科学分野を含めた多面的展開を見せている。	複雑系、シミュレーション連動、小型簡便、ネットワーク、オンサイト、常時/間欠計測
環境・エネ	①公害、地球環境問題などの課題解決、②その予防機能の向上、③諸現象の環境の規定に関する総合的な学問。環境科学の課題は実用性を持つ。 対象とする空間が大きく、また、ゆっくりと変化する現象、未来の予測までを扱うため、計測データと数値計算シミュレーションとの統合（シミュレーション連動）によって理解。	オンサイト、ネットワーク化、小型化、低消費電力化、高空間分解能、遠隔・非接触計測、シミュレーション連動、リアルタイム

今回の計測ニーズ俯瞰調査の結果を踏まえ、今後解決すべき課題を3つ列挙する。

(1) ニーズとシーズの邂逅

ニーズとシーズの邂逅プロセスは最大のポイントである。まず、計測ニーズについては、「メジャメント」（測りたい物理量は明確で、技術の機能・性能向上が目的）と「キャラクターゼーション」（どのような物理量を測ればよいか未明で、ある現象の理解が目的）の2つの目的は分離して考える必要がある。また、その計測ニーズが充足されると、科学の未解決問題がどの程度まで解明されるかを体系的に整理される必要がある。さらに、計測技術を開発するに当たり、計測ニーズを測定可能な物理量（メジャランド）に落とし込む作業が必要である。これらの各ステップは、ニーズ側、シーズ側のどちらか一方ではなく、両者が連携することで具体的な検討が進むことになる。この邂逅の作業をとりまとめるのが「中間的な研究者」である。そして、この作業を推進する邂逅の場を新たに構築することが求められる。

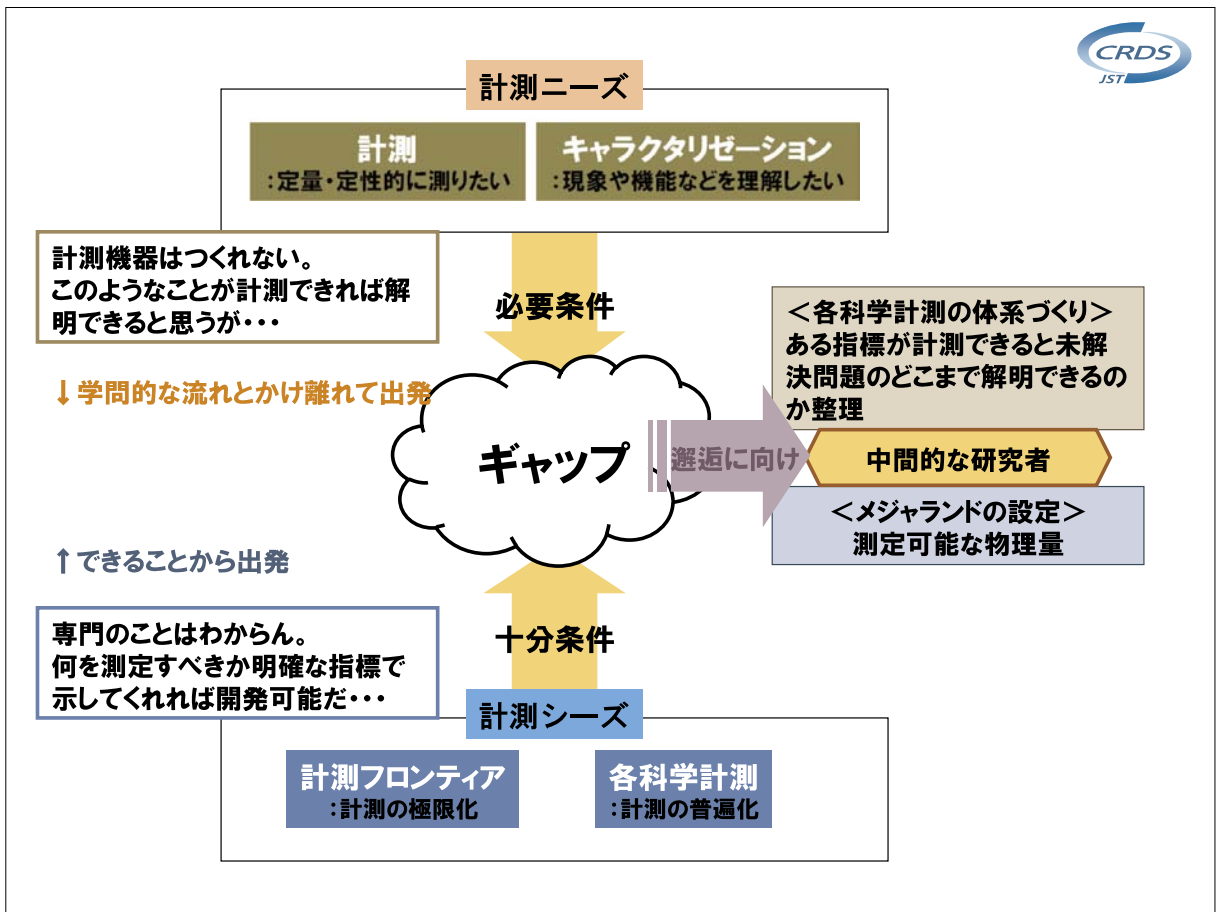


図 計測ニーズと計測シーズの邂逅

## (2) メタ計測学の構築

この計測学は、工学での機械工学や電気工学、更に広く物理学、化学というディシプリンの平面的な区分けの中に置くのではなく、すべての領域に対して独自の関係をもつ一つのメタサイエンスと考えることである。物理学の理論と実験を代表とし、生体研究の状況設定と挙動観察、物性研究の創成と物性測定、化学研究の新化合物とキャラクタリゼーション、多くの工学研究における設計と機能測定などに現れる観察と測定、それらは物理学のように分業してはいないけれども、「仮説とその実証」という科学の基本的行為がそこにある。この基本的行為についての科学がメタ計測学であり、それが各領域の実際の計測を関係づけるという構造を、計測学が持つことが必要である。

現状は、この計測分野は研究領域としても未完成であり、研究者、開発者とともに、ファンディング機関を含み政策的にも考えてゆく必要がある。安易ではないが、計測が我が国の多くの研究分野の水準向上に必要不可欠であることからいって、そのミッションを果たすことが期待される。

## (3) 計測集団（仮称）の設置

ニーズとシーズの邂逅の場、メタ計測学の構築を推進する場として、我が国の計測技術に関する活動をネットワークで結ぶ仕組みの構築が求められる。