



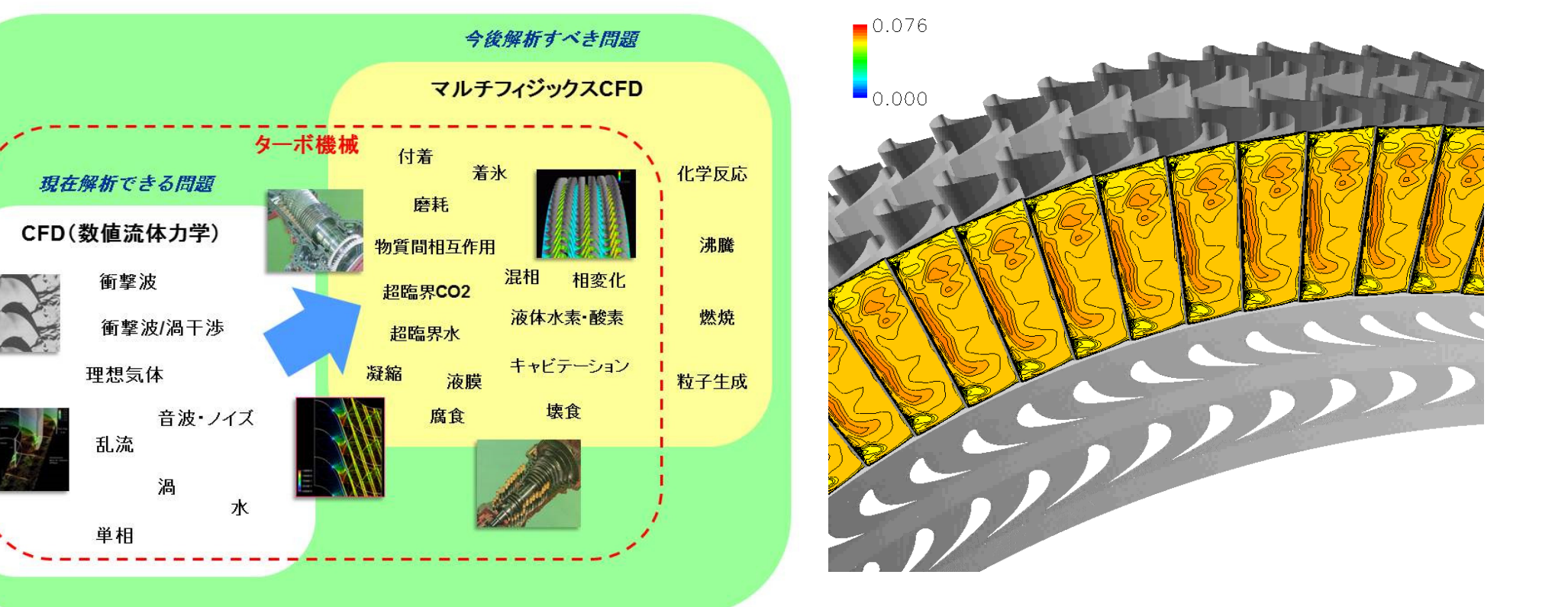
研究目的 機械工学分野では様々な数値シミュレーション技術が研究されているにもかかわらず、そのソフトウェア開発技術やスーパーコンピュータ利用技術が共有されているとは言い難い。また、スーパーコンピュータの利用技術は近年ますます高度化しており、機械工学分野の研究者がスーパーコンピュータの演算能力を引き出すために要する労力は年々増大している。本研究の目的は、現在上記の理由からスーパーコンピュータの本格的な利用に至っていない**機械工学分野の先進的・萌芽的な数値シミュレーションを対象とし、スーパーコンピュータを有効利用した場合の性能向上とさらなる高度化・高性能化に必要な課題を明確にすること**である。

研究計画 スーパーコンピュータの利用によってさらなる発展を期待できる機械工学分野の数値シミュレーションを選定し、どの程度の高度化・高性能化を期待できるのかを定量的に評価する。平成25年度前半には研究室で利用されている以下の4つの数値シミュレーションをスーパーコンピュータで実行してその性能評価を行い、研究室のパソコンレベルの計算能力からスーパーコンピュータレベルに移行することで期待できる研究成果と、それに要する開発コストの見積を行う。平成25年度後半には、その中でも特に高性能化が期待できるプログラムを開発コストも考慮して選別し、東北大学サイバーサイエンスセンターのSX-9システム向けに並列化・最適化を行って機械工学分野での成果に貢献することを計画している。

発電機器の安全・安心設計に資する熱流動シミュレーション

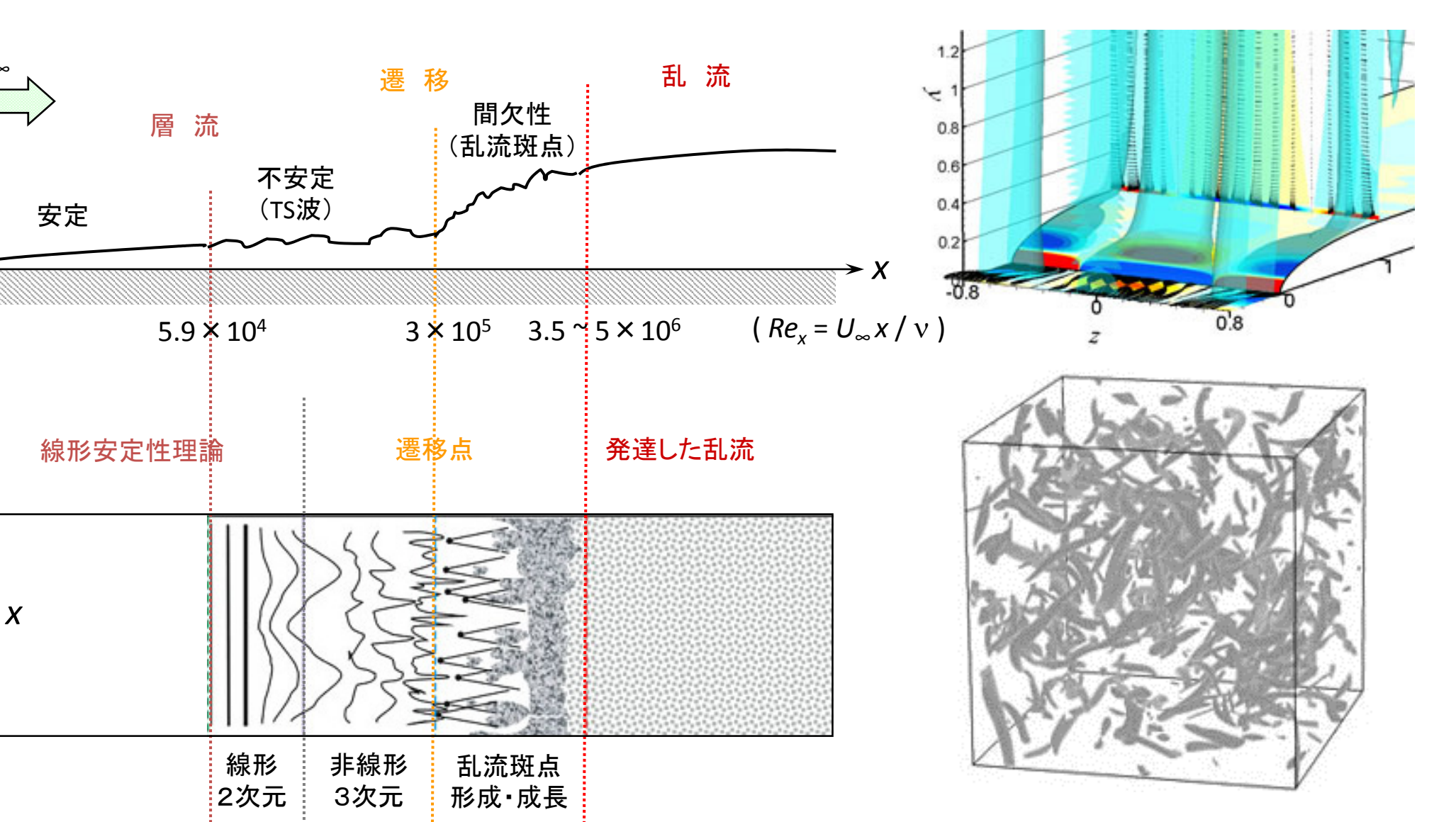
安全性の高い発電機器を設計することは、電力の安定供給のために必要不可欠である。発電機器における破壊や損傷に至る熱流動を把握し、安全でかつ高効率な発電機器を開発するためには、複雑な非定常熱流動を数値流体シミュレーションに基づき解明する以外に有効な手段がなく、スーパーコンピュータの高い演算性能が必要である。

本研究では、計算能力の制約から従来困難であったタービン多段流路を通る非定常3次元の大規模熱流動シミュレーションを、SX-9を用いた大規模並列計算により実現する。また、タービン効率が向上するタービン翼形状を見出すために、翼形状を変化させたパラメトリック計算を実行する。さらに、タービンを通る超臨界流体の流体化学的特性をマルチフィジックス数値シミュレーションにより明らかにする。



平板境界層の前縁受容性に着目した乱流遷移過程の解明

境界層の乱流への遷移は、一様流中に含まれる外乱が境界層ができはじめる前縁部近傍で境界層内に入り込み、下流域で成長した結果引き起こされる。一般に受容された変動は極めて微小なため、実験による計測は不可能で、数値計算による現象の解明が期待されている。しかし、変動の成長と組織的な渦構造の発現を捉えるには、十分な計算領域と格子解像度を確保する必要がある。本テーマでは、外乱の受容から成長、そして乱流遷移に至る一連の過程をスーパーコンピュータにより再現し、その物理的な機構を解明することを目指している。



期待される成果 機械工学分野の数値シミュレーションの高速化支援のためには、実用的なシミュレーション規模での性能評価が必要不可欠であり、そのための計算資源が必要不可欠である。特に萌芽的研究の段階では、並列化を考慮せずにプログラム開発されてきたコードが多いため、SX-9のように比較的大きな計算ノードで実行できるシステムが有用である。また、東北大学サイバーサイエンスセンターでは、長期にわたって継続的に利用者のアプリケーションの高速化支援を行ってきた実績がある。本研究においてもこれまで蓄積してきたノウハウを十分に活用して萌芽的研究を支援し、機械工学分野での成果につなげる。さらには、**本研究を計算科学者と計算機科学者との効率的な連携のモデルケースとし、そのような連携を支援する基盤ソフトウェアの開発に向けた課題やその必要要件を探る。**

年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
件数	2	8	8	9	10	7	18	20	8	16	10	15	8	8	13	6
平均ベクトル化性能向上比	1.9	46.7	4.5	2.5	1.6	2.2	6.7	2.9	1.3	2.9	33	9.4	381	47	16.2	19.7
平均並列化性能向上比	11.1	18.4	31.7	8.6	4.9	2.8	18.6	4.5	5.3	8.1	1.9	5.1	3.6	48	17.2	15.3