



# DYNAMICS



機械力学・計測制御部門ニュースNo.71

Feb 20, 2023

## ターボ機械の翼振動に関する研究 (ミスチューニング現象の研究)

龍谷大学 先端理工学部 金子康智



### 1. はじめに

著者は、1981年に三菱重工業（株）に入社以来、約30年間に渡り、蒸気タービン、ガスタービン、ポンプ水車など、様々なターボ機械の翼・インペラの振動強度設計、検証試験、それに関連する解析技術や計測技術の開発に取り組んできた。大学に異動後も同じ内容を研究テーマにしており、40年以上の長きに渡り、翼・インペラの振動強度設計技術の向上に取り組んできたことになる。この間、様々な翼・インペラの振動問題に関する研究テーマに取り組んできたが、企業時代から継続的に取り組んでいる研究テーマの一つが本稿で説明するミスチューニング現象である。ミスチューニング現象については1980年代から系統的な研究が開始されるようになり、現在でも欧米の大学やメーカーで多くの研究が行われている。本稿では、高信頼性ターボ機械を開発するためのキー技術であり、翼振動分野の主要研究テーマであるミスチューニング現象について解説する。

### 2. ミスチューニング現象と解析モデルの変遷

ターボ機械の翼は、工作誤差、材料定数のばらつき、経年劣化等により、ディスク上の個々の翼の振動特性が僅かに異なる。このような避けられない翼の振動特性の

変動をミスチューニングと言い、ミスチューニングにより周期対称性が喪失した系をミスチューン系と言う。ミスチューン系の強制振動においては、固有振動数（重根）の分化や振動モードの局在化などにより、全翼の特性が同一の理想的な系（チューン系）よりも共振応答が大きくなる。

図1に、偏流などにより生じるハーモニック加振力（一定の翼間位相差を有する加振力）に対するミスチューン系の応答特性を示す。図1(a)に示すように、ディスク上の個々の翼の特性が均一なチューン系を一定の翼間位相差で加振すると、その位相差に対応する節直径モードだけが応答し、すべての翼の応答は同一になる。一方、ディスク上の個々の翼の特性がわずかに異なる現実のミスチューン系の周波数応答では、図1(b)に示すように、一定の翼間位相差で加振しても多くのモードの応答が重畳するため、個々の翼の応答の大きさに差が現れ、特定の翼のみが大きく応答する。このような回転同期振動（共振）に対するミスチューン効果は、周方向の構造連成が小さい単独翼構造に対して大きく、個々の翼の振動数がわずかに変動すると発生する最大共振応答はチューン系の数倍になることがあるので、特に注意を要する。回転非同期振動（ランダム振動）に対するミスチューン効果は同期振動に比べると小さいが、チューン

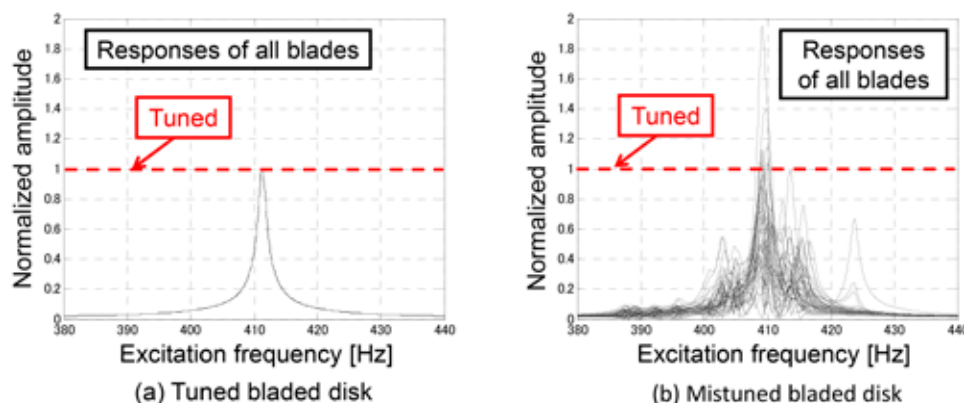


図1 チューン系とミスチューン系の共振応答特性

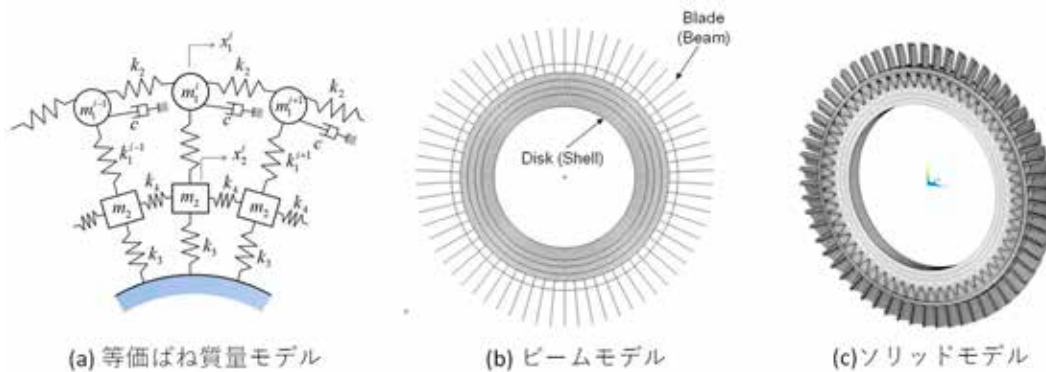


図2 ミスチューニング解析モデルの変遷

系よりも増大するため、翼の振動強度設計においては、ミスチューン効果を考慮した強度評価をすることが必要である。

一方、チューン系の翼・ディスク系では、フラッタ発生時にはディスク上の全ての翼は同一振幅、かつ一定の翼間位相差で振動するのに対し、ミスチューン系の翼・ディスク系では明確な進行波や後退波が形成されないため、作動流体から翼・ディスク系に供給されるエネルギーが小さくなり、フラッタが発生しにくくなる。すなわち、ミスチューンの効果は、強制振動に対しては危険側に、フラッタ（自励振動）に対しては安全側に作用するため、翼の振動強度を評価する場合には、発生し得るミスチューンの大きさ（個々の翼の振動数や減衰の変動）を予測し、適切な方法で強制振動や自励振動に及ぼす影響を評価する必要がある。

以上がミスチューニング現象の概要であるが、著者らがこのようなミスチューン効果を翼の振動強度設計に考慮し始めたのは1980年代の後半からであり、蒸気タービン長翼の損傷原因を究明していく過程でこの現象の重要性を認識してからである。また、1990年頃には米国の技術提携先からミスチューニング現象の解析コードを入手することができ、そのコードを改良して翼の振動強度設計に利用し始めた<sup>(1)</sup>。具体的には、強制振動に対しては翼・ディスク系を等価ばね質量系でモデル化し、個々の翼の振動数が変動するときの共振応答の変動をモンテカルロ法で予測し、ミスチューン効果として安全率の中に織り込むようにした。フラッタに対しては、ミスチューン効果は安全側に作用するため、チューン系に対してフラッタの評価を行い、ミスチューン効果はマージンとして考えるようにした。

その後、ミスチューニング現象の解析モデルは、等価ばね質量モデルからはり要素を利用したFEM、シェル要素を利用したFEM、ソリッド要素を利用したFEMへと変わっていくが、ミスチューン系の共振応答の変動を予測するためには翼・ディスク系全体をモデル化して多数の繰り返し計算を行うことが必要であり、ソリッド要素を利用した大規模なFEモデルをミスチューニング解析に利用することは現実には困難であった。図2にミスチューニング解析に使用した解析モデルの変遷を示す。

### 3. 低次元モデルを利用したミスチューニング現象の解析

2000年以降になると、ソリッド要素を使用した大規模なFEモデルの解析と同等の精度が得られる多数の低次元モデルが開発され、翼やインペラの振動強度設計にも利用されるようになった<sup>(2)</sup>。現在でも多くの低次元モデルが研究されているが、これらの低次元モデルのうち実際の翼設計に適用し易いのは、振動モード領域の低次元モデルSNM (Subset of Nominal system Modes) , FMM (Fundamental Mistuning Model) , AMM (Asymptotic Mistuning Model) と思われ、毎年開催されるASMEのTurbo Expoでもこれらの低次元モデルを利用した多くの解析例が報告されている。これらの低次元モデルの基本的な考え方は共通であり、ミスチューン系の応答（振動モード）はチューン系の応答（振動モード）の重ね合わせで近似できるという仮定に基づいている。例えば、FMMではミスチューン系の振動モードを式(1)のように表す。

$$\{\phi_r\} = \sum_{m=0}^{N-1} \beta_{rm} \{\phi_m^0\}, \quad (r = 0, \dots, N-1) \quad (1)$$

ここで、 $\{\phi_r\}$ はミスチューン系の着目するモード族における $r$ 次の振動モード、 $\{\phi_m^0\}$ はトラベリングウェーブモード（以下、TWM）で表示したチューン系の当該モード族の $m$ 次の振動モードであり、 $N$ は全周の翼枚数である。 $\beta_{rm}$ はミスチューン系の $r$ 次の振動モードに占めるチューン系の $m$ 次のTWMの振幅を表す係数である。式(1)はモーダル法の考え方と同一であり、未知関数 $\{\phi_r\}$ のフーリエ級数展開とも見做せる。式(1)を利用するとミスチューン系の強制振動の運動方程式として、最終的に式(2)が得られる。

$$[A^0 + \hat{A} + i\omega\hat{C} - \omega^2[I]] \{\beta_r\} = \{F^W\} \quad (2)$$

ここで、 $A^0$ はチューン系の固有値（固有振動数の二乗）を対角成分にする対角行列、 $\hat{A}$ は翼振動数の変動を表すミスチューニング行列、 $\hat{C}$ は翼の減衰の変動を表すミスチューニング行列であり、これらのマトリックスのサイズは $N \times N$ である。また、 $\{F^W\}$ はTWMで表示した加振力の振幅、 $\omega$ は加振力の振動数である。従って、

これらの低次元モデルを利用すると、FEモデルを直接解析すると数十万自由度になる運動方程式を翼枚数 $N$ の自由度に低次元化して解析できる<sup>(3)</sup>。

## 4. ミスチューニング現象の解析例

### 4.1 ターボチャージャ用タービン動翼のインテンシヨナルミスチューン<sup>(4)</sup>

インテンシヨナルミスチューンとは、共振応答の最大値を低減できるように明瞭なミスチューンを与えてタービン動翼を設計しておき、製造時に生じるランダムミスチューンの影響を緩和する手法である。ターボチャージャのタービン動翼では、 casting 条件の差異などによりヤング率の変動（ランダムミスチューン）が発生すると、ミスチューン効果によりタービン動翼に発生する共振振幅の最大値が増大し得る。このようなランダムミスチューンにより発生する共振応答の増大効果を緩和する手法として、インテンシヨナルミスチューンが有効であると考えられる。この例では、実機への適用性を考慮し、以下の手順でインテンシヨナルミスチューンの共振応答低減効果を検証している。

- (1) 2種類の翼（平均値より振動数が3%高いH翼，平均値より振動数が3%低いL翼）で構成されるタービン動翼に対して、遺伝的アルゴリズムを利用してインテンシヨナルミスチューン系（共振応力が最小になるL翼とH翼の配列）を求める。
- (2) インテンシヨナルミスチューン系にランダムミスチューンを重畳させ、チューン系にランダムミスチューンが重畳した場合から、どの程度共振応答を低減できるかをモンテカルロ法（解析回数10,000回）により検証する。

図3に、解析したターボチャージャのタービン動翼のFEAモデルと振動特性の解析結果を示す。ここでは1次モード族と5ハーモニックの共振応答を解析対象にしており、減衰は1次モード族の全てのモードに対して対数減衰率で0.01と仮定している。

図4(a)は、(2)で求めたインテンシヨナルミスチューン系にランダムミスチューンを重畳させたタービン動翼の

共振応答特性を示しており、各翼の振動数の変動係数（ランダムミスチューンの変動係数）とタービン動翼に発生する共振応答の最大値，平均値，変動係数を求めた結果を示している。また図4(a)には、チューン系にランダムミスチューンを重畳させたときの特性も重ね書きしている。図4(a)に示すように、現実的なランダムミスチューン（変動係数が1%程度）であれば、インテンシヨナルミスチューンを採用することにより、共振応答の最大値を1.7から1.4まで低減できることが示されている。ランダムミスチューンの変動係数が2%以上になると、ランダムミスチューンの変動とインテンシヨナルミスチューンの変動が同程度になるため、インテンシヨナルミスチューンの共振応答低減効果は喪失するが、ランダムミスチューンの変動係数が2%以上になっても改悪にはならない。

図4(b)は、各翼の振動数の変動係数（ランダムミスチューンの変動係数）と共振回避振動数範囲（振幅がチューン系の共振応答の $1/\sqrt{2}$ 倍以上になる加振振動数の範囲）の関係を示している。インテンシヨナルミスチューンを採用すると、共振回避振動数範囲は、チューン系にランダムミスチューンを重畳させたときよりも拡大する。このため、インテンシヨナルミスチューンを採用する場合には、共振応答の低減効果と同時に、共振振動数範囲の拡大を考慮することが必要である。

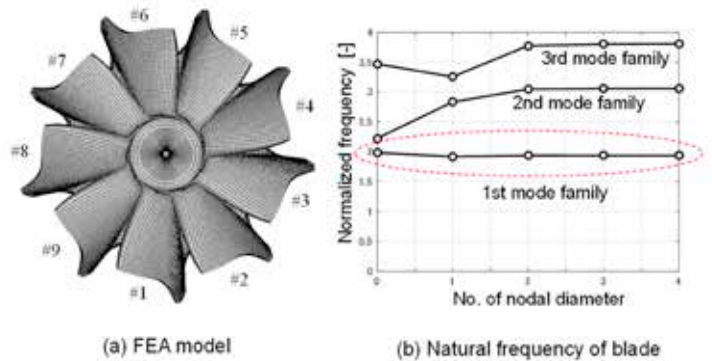


図3 FEAモデルとチューン系の固有振動数

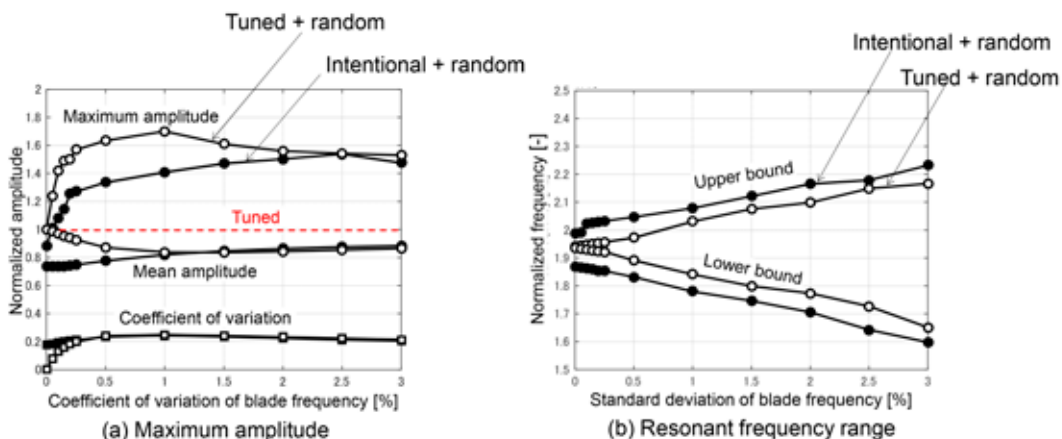


図4 ミスチューン系に発生する最大振幅と共振回避振動数範囲

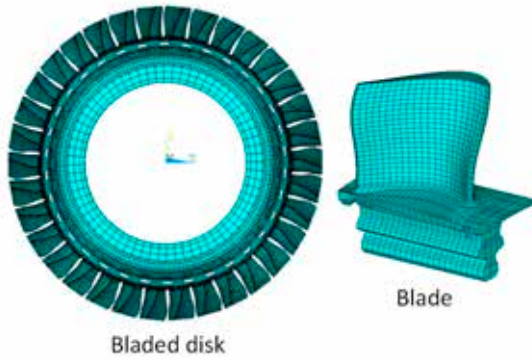


図5 航空エンジン用ガスタービン動翼の解析モデル

#### 4.2 航空エンジン用ガスタービン動翼の共振応力と不釣り合い量の多目的最適化<sup>(5)</sup>

2章で説明したように、ミスチューンを有する翼・ディスク系では共振振幅はチューン系よりも増大する。逆に考えれば、可変速機で明瞭な加振力との共振回避が困難な単独翼構造の翼・ディスク系（翼1本1本をディスクに植え込む翼構造を有する翼・ディスク系）に対しては、翼を製作した後に個々の翼の固有振動数を計測し、明瞭な加振力との共振応力が最小になるようにディスク上に翼を配置することが共振応力低減対策として有効であると考えられる。図5から図7は、個々の翼の固有振動数計測結果と重量計測結果を利用して、翼の共振応答と軸振動の原因になる不釣り合い量を同時に考慮した最適配列を探索する手法の有効性を検証した例である。この解析では、航空エンジン用ガスタービン動翼（図5）を対象に、低次元モデルFMMと最適化手法（モンテカルロ法、遺伝的アルゴリズム）を利用して翼を並び替え、翼列干渉力に対する共振応力と不釣り合い量の多目的最適化を行っている。

図6は、チューン系に対する共振応答の増大率（ $AF$ ）と翼の並び替え前後の不釣り合い量の比（ $UF$ ）を組み合わせた最適化指標（ $AF+UF$ ）を定義し、モンテカルロ法を利用して最適化指標を最小にする翼の配列を求めた結果を示している。オリジナルの翼配列（ $AF=1.68$ ,  $UF=1.0$ ）に対して翼を並び替えるだけで、最適ミスチューン系では共振応答を $AF=1.34$ まで低減できただけでなく不釣り合い量も $UF=0.049$ まで低減できている。図7は、遺伝的アルゴリズム（DDE）を利用して $AF$ と $UF$ の同時最適化を行った結果であり、モンテカルロ法と同等の最適解が得られている。

### 5. まとめ

2015年のパリ協定での合意以降、 $CO_2$ 排出量削減の要求に伴い、急速起動、部分負荷時の運転など、ガスタービンや蒸気タービンに対する要求は過酷化している。また、再生可能エネルギーの多くの課題を考えると、ガスタービンや蒸気タービンへの高性能化、信頼性向上の要求は今後も続く予想される。ミスチューニングコントロールは、高信頼性ターボ機械を開発するためのキー技術の一つであり、今後もこの分野の継続的な研究が必要と考える。

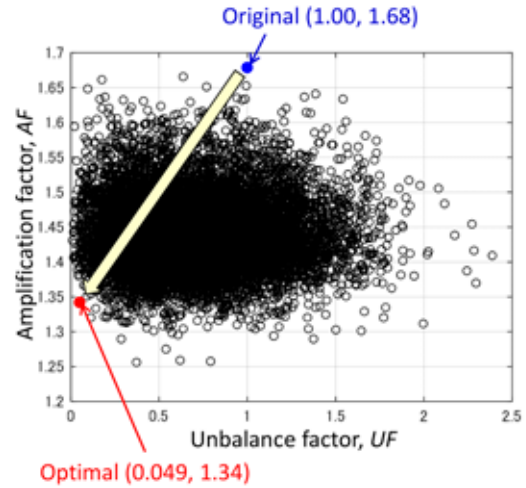


図6 ミスチューン系の共振応答と不釣り合い量の解析結果

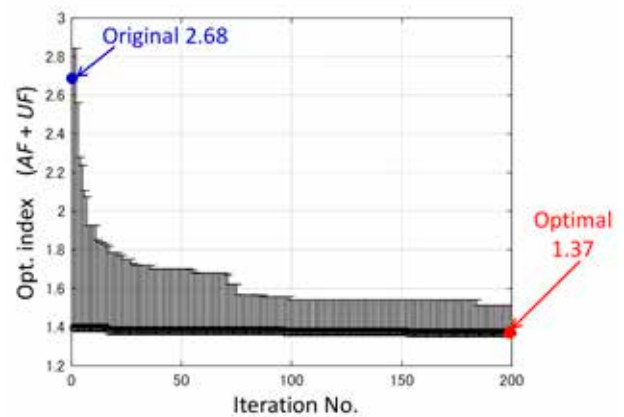


図7 DDEによる最適ミスチューン系の探索結果

### 参考文献

- [1] 金子康智, 間瀬正隆, 藤田勝久, 長嶋利夫, ミスチューンがある翼・ディスク系の応答解析, 日本機械学会論文集C編, Vol.58, No.547 (1992), pp.744-749.
- [2] Sinha, A., Vibration of nearly periodic structures and mistuned bladed rotors, Cambridge University Press (2017), pp.96-169.
- [3] 金子康智, 吉田陸, 渡邊敏生, 古川達也, 翼・ディスク系の振動応答特性に関する研究（翼の減衰の変動が翼・ディスク系の共振応答に及ぼす影響）, 日本機械学会論文集, Vol.88, No.910(2022), DOI:10.1299/transjsme.21-00333.
- [4] Kaneko, Y., Mori, K., Ebisu, M., Ogawa, S. and Takeshita, T., Study on vibration characteristics of turbine blade for turbocharger, Proceedings of the International Gas Turbine Congress of 2019 Tokyo, IGTC-2019-011(2019).
- [5] Kaneko, Y., Watanabe, T. and Furukawa, T., Study on the reduction of the resonant stress of turbine blades caused by the stage interaction forces (Simultaneous optimization of blade resonant stress and amount of unbalance), Transactions of the ASME, Journal of Engineering for Gas Turbines and Powers, Vol. 143, 061022.

# 手探りの研究生生活 (迷い、気づき、次なる一歩へ：良き出会いに感謝して)

川合忠雄  
(大阪公立大学教授)



今回、「後輩へのメッセージ」の執筆を依頼されてから、何を「メッセージ」として伝えれば良いかいろいろと悩みましたが、これまでいろいろな岐路に立った（立たされた）ときに、私自身がどう考え、選択した後どのように歩んだのかを、支えてくださった方々への感謝と自分自身の反省を込めてまとめてみることにしました。

## 最初の選択：大学

私は岐阜の田舎育ちで、名古屋大学が地域では一番良い大学だったので、何となく名古屋大学を受験することにしました。もっとも模擬試験の判定はいつもEかFだったので、合格できるとは思っておらず、二期校（当時）ねらいでした。高校の担当教員も両親もどこに進むか私に任せきりで、自由（放任）でした。今では考えられませんが、なんとも気楽な時代でした。そしてなぜか名古屋大学の機械に合格し、大学生活が始まりました。

大学時代、勉強はとりあえず真面目にはしましたが、がむしゃらに勉強したわけでも遊び回ったわけでもなく、ごく普通の学生だったと思います。4回生になる頃進路相談に行くところを推薦がもたらされたので、大学院に進学することにしました（なりました）。大学院（博士前期）に入ってしばらくした頃に、別の研究室の教授から博士後期課程に進学しうちの研究室に来てほしい、と誘われました。そのときは所属した研究室で円柱からの熱伝達について実験的な研究を始めたばかりだったので、どうしようかかなり迷いましたが、考えているうちに誘いに乗る以外の選択肢がないと考えるようになり、M1の終わり頃には別の研究室の博士課程に進むことになりました。博士後期課程進学するときにはすでにテーマが決められていたので、とりあえずそのテーマに取り組むことになりました。

ここまでを振り返ってみると、私は何かを積極的に選択し、自分の道を切り開いてきたとはとても言えず、決断（選択）しているようで単にその時々の流れに身を任せてきたように思います。

博士後期課程では、「工作機械に発生するびびり振動」について研究することになりました。誘った教授の思いとしては、発生する振動を表す方程式から何が言えるのか、に主眼があったと思いますが、私はどうして工作機械に振動が生じるのかについて物理的な現象面から関心がありました。このずれが後々、この教授との意識のずれになったと思います。今考えると、修士の時の研究室

にいたらどうなっただろう、と考えることがないとは言えませんが、振り返ることがほとんどなかったのは幸いです。

## 次の選択：診断との関わり

大学の教員になってからも、私自身は工作機械に発生する振動の原因が何かを考えたり、どうしたら振動現象を探る（測る）ことができるかに興味を持って研究に取り組みました。当時の機械学会機械力学部門では、研究の主流が振動解析であり、加工分野ではまた別の取組が主流であったために、私自身の立ち位置は機械力学と加工のどちらに対しても「こうもり」のように中途半端だったと思います。中途半端で不安定な立ち位置は居心地が悪く、どこかに自分の居場所を探していました。着地点は、部門講演会のOS「計測・評価・診断」でした。現象を計測し、評価し、診断に結びつける、というコンセプトが当時の私の研究とマッチしていたと思います。このOSのオーガナイザーをされていた岐阜大学の堀先生との出会いが大きな転換点になりました。その後、堀先生と1999年に「機械の品質評価と異常診断技術に関する研究会」、2002年からは「評価診断に関するシンポジウム」、2003年からは日本設備管理学会の研究会（現三重大学の陳山教授）との合同研究会を立ち上げ、その後日本トライボロジー学会の研究会を加えて現在に至っています。立ち上げ当時は、名古屋大学の助教授であったので、研究会講師の依頼から会場の手配、当日の資料の準備等の雑用は私がこなしていたと思います。いつも目一杯で、余裕を持って取り組むことはできなかったと思いますが、個人的には充実した時間を過ごせました。当時のエピソードで一番印象に残っていることを紹介します。名古屋大学で開催した研究会で講師が2名しかお願いできなかったときのことです。当時、他大学に在籍していた後輩から「2名の講演しか聞けないのであれば名古屋まで行く価値がない」と言われてかなりショックを受けました。「何とか頑張って2名の方に講師をお願いしたのに」という思いと、参加することにどれほどの意義を見いだせるのが重要という参加する人の思いに挟まれた形です。それ以来、研究会を開催するなら参加する人にとって参加するだけの価値がある会にしよう、と強く思われました。

一言補足ですが、この後輩とは今も忌憚なく話ができる良い関係が続いています。

## 次の選択：大阪市立大学

2005年に大阪市立大学に教授として着任しました。異動に当たっては、(理系の研究者が言うには違和感があるかもしれませんが)非常に不思議な縁とチャンスがありました。詳しくは言えませんが、一度お会いしただけの大阪府立大学の藤田教授(当時)のサジェスチョンがあったようです。藤田先生とはその後、今に至るまで長くお付き合いさせていただいています。自分から積極的に動いたわけではありませんが、縁もゆかりもない大阪市立大学に着任できたのは非常に不思議です。名古屋のときには出口が見つからない状況になっていたので、大阪市立大学が非常に良い出口(Exodus)になりました。異動後にいくつかの大きな転換点がありました。一つ目は、日本設備管理学会の役員になったこと、二つ目はモデル化言語(Modelica言語)を使うようになったこと、三つ目は土木の先生と協働しているいろいろな取組みをするようになったことです。日本設備管理学会の役員になったことはその後、状態監視に関する国際会議COMADEMを主催することにつながりました。Modelica言語を使うようになったきっかけは、異動したすぐに実験装置を作るのが大きな負担だったので、装置を作らなくても研究ができるようにしたかったことです。当時、Modelica言語自体の利用者はほとんど無く、ましてや診断にModelica言語によるモデルを用いた取組みをしている事例は皆無だったと思います。その後、モデルを診断に用いた取組みは私の研究の大きな柱になりました。土木の先生との協働は、インフラ構造物の診断に関する研究、大阪府(都市整備部や港湾局)との連携につながっています。現在も実際の構造物(橋や栈橋など)に取付けたセンサーやドローンでの計測を試みています。インフラ構造物の診断も私の研究の大きな柱になりました。

ここまでを振り返ってみると、当時はあまり注目されていなかった「診断技術」に興味を持ったところから、

多くの仲間ができ、研究の幅が広がってきたと思います。最近では、Industry4.0、IoT、AI、デジタルツインが話題となり、多くの方が「診断」にも関心を持っていただけるようになりましたが、私自身は早くからこの分野に関わったことを幸いに思っています。機械力学部門も機械力学・計測制御部門となり、非常に幅の広い部門となり、私もいろいろな関わりを持つことができるようになりました。最初から「診断」を専門にして取り組んできたわけではありませんが、その時々に出会った岐路での判断が積み重ねられて現在に至ったと思います。今から考えると、(誰かの書いた)脚本に沿ったひとつのストーリーとしてこれまでの研究生生活を振り返ることができますが、その時々には先の見えない手探りでの判断だったと思います。選ばなかった別の選択に囚われなかったこと、選んだ選択に迷いがなかったことは幸いでした。これまで私がしてきたことは決して十分でもなく、また人からどのように思われているのかは分かりませんが、これまで多くの方に支えられここまで歩んでこられたことに感謝しています。

今後は、これまでの恩返しの意味も含め、モデルを用いた診断/マネジメントに関してのネットワーク作りとインフラの診断に関しての取組を進めていきたいと考えています。

みなさん一人一人、日の当たるときや陰になるとき、充実したときや出口の見えないとき、いろいろなきがあると思います。良きアドバイスはできませんが、一人一人にユニークなストーリーがあり、支える人が周りに必ずいるはず。「求めなさい。そうすれば与えられます。捜しなさい。そうすれば見つかります。たたきなさい。そうすれば開かれます。」のことばの通り、(見えないかもしれませんが)みなさんの前には必ず何らかの可能性が 있습니다。みなさんが豊かな技術者・研究者として歩まれることを切に祈ります。

No. 23-18  
Dynamics and Design Conference 2023  
総合テーマ：「新・進・深なる、そして真なるダイナミクスを語り合おう」  
URL <https://www.jsme.or.jp/conference/dmconf23>

企画 機械力学・計測制御部門  
開催日 2023年8月28日(月)～31日(木)  
会場 名古屋大学 東山キャンパス  
協賛 計測自動制御学会, システム制御情報学会,  
自動車技術会, 情報処理学会, 人工知能学会, 精密工学会,  
電気学会, 電子情報通信学会, 土木学会, 日本音響学会,  
日本原子力学会, 日本建築学会, 日本工学教育協会,  
日本航空宇宙学会, 日本神経回路学会, 日本スポーツ産業学会,  
日本設計工学会, 日本船舶海洋工学会, 日本鉄鋼協会,  
日本トライボロジー学会, 日本知能情報フェジィ学会,  
日本フルードパワーシステム学会, 日本ロボット学会,  
農業食料工学会, バイオメカニズム学会, 日刊工業新聞社,  
日本地震工学会, 日本非破壊検査協会 (予定含む)

要旨 Dynamics and Design Conference 2023 (D&D2023) は、「新・進・深なる、そして真なるダイナミクスを語り合おう」を総合テーマとして、愛知県名古屋市で開催されます。例年のように、機械力学・計測制御分野に関連したオーガナイズド・セッションの各テーマのほか、第18回「運動と振動の制御」シンポジウム (MoViC2023)、第7回JSME-KSME ダイナミクス&コントロールに関するジョイントシンポジウム (J-K Symposium)、さらには、日本機械学会分野連携企画として、交通・物流部門との合同セッションにおける研究発表を募集いたします。また特別講演、懇親会、機器展示、

フォーラム、特別企画などの付随行事も予定しております。優秀な講演発表者は、学会(若手優秀講演フェロー賞)および当部門(オーディエンス表彰)の規定に従って表彰されます。今回のD&D2023は、発表は対面を基本とするハイブリッド開催を前提に準備を進めております\*。それぞれが気づき芽生えさせた新・進・深なるダイナミクスの種を持ち寄り、「真なるダイナミクス」について大いに語り合おうではありませんか。この名古屋の地でのD&D2023が機械力学・計測制御分野の活動の進化・深化の機会となり、真なるダイナミクスを求める活動のさらなる活性化につながることを期待し、多くの皆様のご参加をお待ちしております。

\* Covid-19感染症の流行状況によりやむを得ずオンライン開催に変更することもあります。

講演申込締切 2023年3月17日(金)

申込方法・募集分野

上記のホームページにてご確認ください。

論文提出締切 2023年6月30日(金)

問合せ先

D&D2023 実行委員会 (dd2023@jsme.or.jp)

D&D2023 実行委員長 井上 剛志 (名古屋大学)

副委員長 山崎 徹 (神奈川大学)

幹事 星野 洋平 (北見工業大学)

## 年間カレンダー

機械力学・計測制御部門講演会等行事予定一覧

### - 2023 年度の開催予定行事について -

新型コロナウイルス感染症の拡大の影響に応じて、各行事のスケジュールや開催形態に大きな変更が予想されます。詳細につきましては、部門ホームページまたは学会ホームページにて最新情報をご確認ください。

開催行事予定 (講演会)

開催日	名称	開催地※1
2023年 8月28日～31日	Dynamics and Design Conference 2023/MoViC2023/J-K シンポジウム (※併催予定)	名古屋大学 東山キャンパス
2023年 9月 3日～ 6日	2023 年度年次大会	東京都立大学 南大沢キャンパス

開催行事予定 (講習会)

開催日	名称	開催地※1
2023年 9月頃	講習会 振動モード解析実用入門 - 実習付き -	ハイブリッド開催※2
2023年10月頃	振動分野の有限要素解析講習会 (計算力学技術者 2 級認定試験対策講習会)	オンライン開催
2023年12月頃	講習会 納得のロータ振動解析: 講義 + HIL 実験	ハイブリッド開催※2
2024年 1月頃	講習会 回転機械の振動	ハイブリッド開催※2
日程調整中	講習会 マルチボディダイナミクス入門	オンライン開催

※1 情勢にあわせてオンライン開催となる可能性もございます。

※2 日本機械学会 会議室と Zoom でのオンライン併催

## 部門主催講習会情報

総務委員会 委員長 星野 洋平 (北見工業大)

企画委員会 委員長 山崎 徹 (神奈川大)

今年度は、本部門の主催講習会を以下の通り開催してまいりました。

- 「振動分野の有限要素解析講習会」  
(計算力学技術者2級認定試験対策講習会)  
(2022年10月29日(土), オンライン開催, 参加者数20名)
- 「振動モード解析実用入門 -実習付き-」  
(計算力学技術者2 級認定試験対策講習会)  
(2022年12月15日(木)-16日(金), JSME会議室+Zoom,  
参加者数24名, 講師: 御法川 学 先生ほか)
- 「納得のロータ振動解析: 講義+HIL実験」  
(2022年12月20日(火), JSME会議室+Zoom,  
参加者数3名, 講師: 松下修己先生ほか)
- 「回転機械の振動」  
(2023年1月18日(水)-19日(木), JSME会議室+Zoom,  
参加者数23名, 講師: 松下修己先生ほか)

- 「マルチボディダイナミクス入門」  
(2023年2月9日(木), オンライン開催, 参加者数32名,  
講師: 安藝雅彦先生, 岩村誠人先生)

今年度はオンラインならびに対面+ハイブリッドでの開催となりました。ハイブリッド開催の講習会へのオンライン参加も好評ということもあり、来年度も対面+ハイブリッドでの開催を軸に各種講習会の開催を企画しております。詳細決定後にインフォメーションメール等でご案内いたしますので、積極的なご参加をお願い申し上げます。

また、ご希望の講習会テーマや、講習を聞きたい講師の方などがございましたら、総務委員会または企画委員会までお知らせ下さい。

## 表彰委員会からのお知らせ -2022年度部門表彰式の報告-

委員長 長瀬 賢二 (和歌山大)

副委員長 矢部 一明 (東洋エンジニアリング)

2021年度の部門賞と一般表彰の表彰式が、2022年9月7日、秋田県立大学本荘キャンパス(秋田県由利本荘市)で開催されたD&D Conference 2022にて執り行われました。富岡 隆弘2021年度部門長兼D&D Conference 2022実行委員長により、5名の部門賞受賞者と8名の部門一般表彰受賞者に表彰状が贈呈されました。受賞者は下記の通りですが、受賞者の紹介と業績等の詳細は、D&D2022のWEBページ、日本機械学会の当部門のWEBページの部門賞に掲載されておりますのでご参照ください。

受賞者の栄誉をたたえとともに今後のますますのご活躍を祈念いたします。

(所属等は受賞決定当時のもの)

### 1. 部門賞受賞者

部門功績賞 田川 泰敬 (東京農工大学 教授)  
部門功績賞 小林 正生 (元株式会社IHI)  
学術業績賞 藪野 浩司 (筑波大学 教授)  
技術業績賞 金子 康智 (龍谷大学 教授)  
パイオニア賞 竹原 昭一郎 (上智大学 教授)

### 2. 部門一般表彰受賞者

部門貢献表彰 竹原 昭一郎 (上智大学 教授)  
安藝 雅彦 (日本大学 准教授)  
高橋 直彦 (株式会社日立  
インダストリアルプロダクツ)  
山本 浩 (埼玉大学 教授)  
矢部 一明 (東洋エンジニアリング  
株式会社)

### オーディエンス表彰

(D&D Conference 2021 優秀発表者)

土方 亘 (東京工業大学)

小林 樹幸 (鉄道総合技術研究所)

### オーディエンス表彰

(第17回「運動と振動の制御」シンポジウム  
優秀発表者)

小菅 正道 (慶應義塾大学)



## 企画委員会からのお知らせ

委員長 山崎 徹 (神奈川大)

幹事 中村 弘毅 (日本自動車研究所)

企画委員会は、次期以降の当部門の活動について広く扱う委員会で、前回の6月号では、以下を進めていくことを書かせていただきました。

①企業エンジニアのニーズと大学のシーズのマッチングに向けた活動

②運営委員と部門所属研究会の主査・幹事などとの連携  
これらに対し、井上剛志部門長、星野洋平幹事と共に、以下の三つの取り組みを進めているところです。

### A) DMC企画サロン～若手と先輩の意見交換会～の開催

本サロン(オンライン)は、若手アンケートや研究会などを通じて寄せられましたご意見のうち、「若手と先輩が互いに知り合い、先輩の経験を聞き、意見交換することができたらいい」というものに基づき企画しました。月1回で18時などから1時間程度ということを基本とし、無理のない形で継続していくことを考えました。各回では、15分の先輩からのお話(経験、想い、教育、研究、共同研究、論文、学会活動、組織内活動、などのキーワードで)をいただき、25分ほど質疑し、その後20分ほどフリートークで参加者の皆様の自己紹介などをいただく、という枠組みとしました。

初回は、2022年12月26日に部門長の井上剛志先生(名古屋大学)をお招きし、「共同研究まわりの経験と感じたこと」と題してお話をいただきました。結局は1時間半にわたって活発な意見交換がなされ、井上先生からは、自身を振り返る良い機会にもなったなどの感想をいただきました。

また第2回は、2023年2月27日に、前部門長の富岡隆弘先生(秋田県立大学)をお招きし、「産業界と学術教育界の傍らで過ごした経験から」と題してお話をいただきます。

当サロンの開催は、部門のメーリングリストなどにてご案内をさせていただいております。大学関係者に絞ったもので

はなく、企業の若手エンジニアはもちろん、老若を問わずにご参加いただき、意見交換の場としてご活用をいただければと思っております。

### B) 研究会主査・幹事と第100期四役の会合

コロナ渦において、研究会の運営がなかなか難しい状況が続きました。また先行きが不確かでより一層予測が困難な時代となってまいりました。このような状況において、部門としてもより一層、運営委員、研究会の主査・幹事の皆様と共に交流を図るべく、6月16日および28日、11月28日にオンライン会合を開催しました。

そこでは、各研究会の現状共有、研究会相互の連絡手段の確立、講習会などの企画や大型予算獲得の可能性、など様々な意見交換がなされました。

部門としては、研究会活動を通じ広く機械学会会員の皆様に有益な情報、活動などを提供してまいりたいと思います。引き続き、不定期に会合を開催し、連携してまいりたいと思います。

### C) 新たな講習会の企画

B)の会合により、研究会からいくつかの講習会のご提案をいただいております。会員の皆様に有益となるよう準備を進めているところです。これらの実施、またその他の有益な講習会の企画、新たな講習形態の模索などをしてまいりたいと思います。

引き続き、当部門登録会員の皆様にもご参画をいただきつつ、様々なご意見やお考えを、簡単に構いませんので、企画委員会へお寄せいただければと存じます。当部門がより一層活気に満ち溢れ、社会に対して役立つよう、どうぞよろしくお願い申し上げます。

## 国際交流委員会からのお知らせ

委員長 本田 真也(北海道大)

副委員長 松岡 太一(明治大)

前号でお伝えしました、第7回JSME-KSMEダイナミクスと制御に関するジョイントシンポジウム(The Seventh Japan-Korea Joint Symposium on Dynamics and Control, J-K Symposium)は、D&D2023への併設にてシンポジウムを再開するべく準備を進めています。日程は、2023年8月30日、31日の二日間を予定しており、30日には韓国側の出席者も交えた懇親会も企画しています。

参加申込に関する詳細については近々皆様にお知らせする予定ですが、ダイナミクスに関連する研究テーマを幅広く募集いたします。また、本会は国際会議を初めて経験する機会としても適切だと思いますので、学生員の発表も歓迎いたします。本部門における日韓の交流を再度活性化するためにも重要な企画ですので、会員の皆様からの多数のご参加をお待ちしております。

## 資格認定委員会からのお知らせ

委員長 山崎 徹(神奈川大)

日本機械学会「計算力学技術者」認定事業「振動分野の有限要素法解析技術者」の2022年度の認定試験が、12月2日(金)に1級、12月9日(金)に2級がCBT(Computer Based Testing)式にて実施されました。2級は144名、1級は68名が受験し、合否発表は3月上中旬となります。上級アナリスト認定試験では、2022年度は2名が認定されました。初級は毎年1月から12月の書類審査にて、2022年度は5名が認定されました。

また、機械力学・計測制御部門では、計算力学技術者資格2級の受験サポートのために、対策講習会を開催して

おり、2022年度は10月29日(土)にオンラインにて開催いたしました。2023年度も同様に10月の土曜にオンライン開催で実施する予定であります。詳細は、機械力学・計測制御部門 ホームページ内のイベントカレンダー(<https://www.jsme.or.jp/dmc/Lecture/index.html>)で案内いたしますのでご確認ください。

さらに、本認定事業は2023年度に20周年を迎えることとなり、20周年イベント事業を企画しているところです。決定次第、学会ホームページなどで案内いたします。



編集室

日本機械学会機械力学・計測制御部門  
〒162-0814 東京都新宿区新小川町4番1号  
KDX飯田橋スクエア2階

電話 03-4335-7610  
FAX 03-4335-7618

編集責任者 中江 貴志(大分大学)  
編集委員 森 博輝(九州大学)

部門ホームページ: <https://www.jsme.or.jp/dmc/>  
発行日 2023年2月20日