



京機短信

KEIKI short letter

No.380 2023.05.08

京機会(京都大学機械系同窓会)

tel. & fax. 075-383-3713

E-Mail: jimukyoku@keikikai.jp

URL: <http://www.keikikai.jp>

編集責任者 京機短信編集委員会

目次

- ・ 令和4年度京都大学総長賞・工学研究科長賞の受賞報告……道川稜平 (pp.2-3)
- ・ series わたしの仕事 (43) 株式会社ライフキャリアサポート……常光瑞穂 (pp.4-11)
- ・ series 研究最前線 (2) 塩分成層流体における減衰乱流の直接数値計算
……沖野真也 (pp.12-19)
- ・ The car which I love (13) ロードスター「ND5RC」……巽 和也 (pp.20-23)
- ・ 第20回 談風会報告……中村弥寿家 (pp.24-26)
- ・ 銀閣寺道の屋台ラーメン屋……檜原勇多賀 (pp.27-28)
- ・ 新刊紹介 久保愛三／森川邦彦 著「歯車屋の見た世界」……吉田英生 (pp.29-38)

京機会に本格的な対面交流の場が帰ってきました！



[関東支部2023年度支部総会・懇親会より](#)



[中部支部:2023年度支部総会・講演会・新人歓迎懇親会より](#)

令和4年度京都大学総長賞・工学研究科長賞の受賞報告

道川稜平 (R4/2022卒)

京都大学松野研究室の学生からなるレスキューロボット開発・運用チームであるSHINOBIが、2023/3/20に行われた総長賞表彰式にて令和4年度総長賞を授与されました。

さらに、2023/3/17に行われた令和4年度工学研究科長賞・工学部長特別賞合同授与式にて令和4年度工学研究科長賞を授与されました。

令和4年度、これらの賞を同時に受賞したのは、我々SHINOBIのみとなります。

総長賞は「学業・課外活動・社会貢献活動等において顕著な活躍をし、本学の名誉を高めた学生および学生団体を表彰」するもので、京都大学の全学生・団体が対象となります。

令和4年度は学業分野から2名、課外活動分野から2名2団体が受賞しました。

我々SHINOBIは課外活動分野にて、RoboCup世界大会のレスキュー実機リーグで総合優勝やロボットデモやメディア対応によるレスキューロボットの認知度向上が認められ、受賞することが出来ました。

表彰式の様子についてはこちらをご覧ください。



総長賞表彰式

<https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/news/2023-03-30>

また、工学研究科長賞は「大学院生を中心とした学生の健全な課外活動及び社会への貢献活動を積極的に評価し表彰」するもので、京都大学工学研究科の学生・団体が対象となります。

本年度は次の2団体1名が受賞しました。

- ・ 八大学工学系連合会博士フォーラム実行委員会
- ・ メカトロニクス研究室 チームSHINOBI

・マイクロエンジニアリング専攻 博士後期課程2回生 清瀬 俊さん

総長賞と同様に、RoboCup世界大会レスキュー実機リーグ総合優勝や社会におけるレスキューロボットの認知度の向上が認められ、受賞することが出来ました。

授与式の様子についてはこちらをご覧ください。

<https://www.t.kyoto-u.ac.jp/ja/news-events/news/adms/w56clfo1ht4i>



令和4年度工学研究科長賞・工学部長特別賞合同授与式

受賞したチームメンバーは以下の通りです。

チームメンバー 道川稜平 (D1)、王璽尋 (研究員)、奥田悠史 (M2)、渋谷拓海 (M2)、富山峻 (M2)、松田宝徳 (M2)、森本祐生 (M2)、武田真承 (M1)、奥村和也 (M1)

令和4年度の活動を振り返り、このような賞を受け取ることができたことを喜ばしく思います。今後も、社会で役立つレスキューロボットの実現に向けて、研究開発に努力していきたいと考えています。



わたしの仕事（43）株式会社ライフキャリアサポート

常光瑞穂（H9/1997卒）



1. はじめに

私は鈴木健二郎先生の伝熱工学研究室にて修士課程を修了後、総合電機メーカーに入社しました。しかし、当時の長時間労働が合わずに1年3か月で退職し、「幸せな生き方や働き方」というテーマに関心を持ち、大学・大学院にて心理学を学びました。28歳の時に開業して現在は“人と組織のWin-Winで幸せな成長を支援する心理コンサルタント”として活動しております。

京機会の中では少し珍しい経歴になるかと思いますので、「このようなキャリアや分野もあるのだな」という話題提供になれば幸いです。

2. 現在の仕事内容

経営者・ビジネスパーソン向けに心理学のノウハウを活用したコンサルティングや教育研修を行っています。具体的な業務内容はクライアントの企業規模によって異なります。

2-1. 大企業での仕事

大企業の契約先には定期的にご訪問して、従業員向けの個別コンサルティングを行っています。相談内容は、キャリア相談、コミュニケーションスキル向上、ストレスマネジメント、管理職からの人材育成やチームビルディングに関するご相談のほか、ご家族関係などプライベートなご相談にも対応しています。

契約先の一つに京機会でご縁をいただいたDMG森精機株式会社様があります。私が創業したばかりのころに垣野義昭先生から森雅彦社長をご紹介いただき、関わらせていただくことになりました。森社長に初めてお会いした時に「京大の機械出てこんなことやってる人いるんや。ええやん。面白いやん」とおっしゃっていただいたのがとても嬉しかったことをよく覚えています。

DMG森精機株式会社様は、健康経営優良法人2023ホワイト500にも認定され、人的資本経営コンソーシアム会員企業でもあり、人材への投資の部分でも先進的

な取り組みをされています。

オフィスがかっこよくて、アートが飾られていたり、エントランスにはDMG MORI Global One号の模型が飾られていたり、社内を歩いているだけで感性が刺激されますし、食堂やカフェテリアもとてもおいしく、心も身体も満たされます。プロセーリングチームの活動、音楽家への支援、ワイン用葡萄ファームなど、文化的な活動もたくさんされていて、視座の高さに学ばせていただくとともに「次はどんなことをされるのかな？」といつも楽しみです。

もちろん仕事上でも産業医や産業保健師、産業看護師等の産業保健スタッフの体制も充実していて、体調が心配なクライアントの情報共有をしながら連携して関わることができ、とても心強く助かっています。

コンサルの中で従業員の方から「いい会社ですよー」という声を聴くことも多く、そういう声を聴くと、私も嬉しくなります（何も私の功績ではないのですが）。

私のコンサルに対しても「会社でこういうコンサルが受けられるのがありがたい」とおっしゃっていただいたり、退職しようか悩んでいた方から「しっかり自己分析したら、やるべきことが見えてきて、今辞めるべきじゃないと思いなおしました。一時の感情で決めなくてよかったです。辞めたら常光さんのコンサル受けられなくなるのはヤダなーと思ったのも、結構大きい要因でした」などと言っていていただくこともあり、ありがたく、身の引き締まる思いがします。

2-2. 中小企業での仕事

中小企業向けには、経営者のエクゼクティブコンサルティング、経営幹部のグループファシリテーション、従業員向け個別コンサルティング、研修や動画教材の提供など、それぞれの企業の課題やニーズに応じた関わり方をしています。

組織づくり、人材育成、経営者自身のモチベーションやストレスケア、事業の方向性・ビジョンや価値観の明確化、人間関係やコミュニケーションスキル向上、家族関係や事業承継など、中小企業が抱える課題は多岐にわたります。さらに、大企業と違ってそれらを担当するための専門の部署がなく、人材がないことも多いです。

しかし、表面上は多岐にわたる課題に見えても、コミュニケーションスキルの

不足や、凝り固まった効果的ではない考え方によって悪循環が起こっている場合など、心理学的なノウハウがないことがボトルネックになっていることがとても多いです。

その場合、根っこは一つですから小さな組織ほど変化も非常に早いです。

たとえば、経営不振からメンタルヘルス不全の退職者が相次いでいた企業が数年で黒字に転換して経営者も従業員も幸せにイキイキ働けるようになったり、経営者がストレスをためてピリピリしていた企業が数か月で雰囲気が変わり、成果や従業員満足度が高まったり、そんな変化に関わらせていただけると、私自身もとても嬉しく、この仕事をしていて本当によかったなとしみじみ感じます。

特に小さな組織ほど、一人一人の影響力が大きいため、人間関係や個人のモチベーションや心理面が全体の業績にも大きく影響を与えます。特に人事異動もない規模の組織だと、人間関係のトラブルや行き違いが致命傷になることもあります。逆にいい変化も浸透しやすく、特に経営者やキーパーソンが変わることでオセロ終盤の大逆転のように全体がガラッと変わっていくこともあります。

中小企業では、福利厚生や給与、設備の面では大企業のようなことはできないことが多いですが、経営者に近いところで会社の意思決定にも関わられるなど、一人一人の存在感が大きく、そこにやりがいを感じる人にとっては、大企業にはない魅力で人材を引き付けることもできます。

また、人数が少ない分、きちんと取り組めば風通しがよく人間関係のいい組織づくりもしやすいです。

2-3. BtoCの仕事

またBtoCでも、キャリアデザインやコミュニケーションスキル、セルフコントロールスキル等に関する動画教材と個別コンサルティングによるご支援を行っています。

こちらは、士業やコンサルタント、教育関連など対人支援に関わる専門職の方や、個人事業主・中小零細企業の経営者の方のご利用が多いです。経営者のクライアントの場合は個人的な課題の整理ができたなら、「次は組織づくりに取り組みたい」と、企業契約に移行するケースもあります。

2-4. 底辺YouTuberもやってみた

また、2022年は1年間YouTubeチャンネルにも動画投稿をしてみました。再生数は全くの鳴かず飛ばずの底辺YouTuberでしたが、嬉しい出会いがあったり、再生数に一喜一憂したりと、なかなか感情のふり幅の大きい、エキサイティングな体験でした（結構疲れましたw）。

また、お正月に実家に帰ったときに親戚が「いつも見て高評価押してるよ！」と言っていて、“え？こんなにも身内が応援してくれていたのか！てか私のYouTubeチャンネルどうやって見つけたんだ？”というありがたい驚きもありました。少ない再生数や高評価のほとんどが親戚なのではないかという疑惑もありますがw、親戚や親にとって安否確認になり、喜んでもらえていたようでよかったです。

動画の撮影や編集にも少し慣れて上手になったので、動画教材の販売も始められるなど、いろいろと学びの多い体験でした。

3. 人と組織にかかわって感じること

この仕事を始めて20年になりますが、20年前と比べると人と組織の在り方や働き方が驚くほど大きく変わってきたと感じます。

15年ほど前は私の仕事内容は長時間労働対策のご相談やコンサルティングがかなり多かったのですが、現在は働き方改革が進み、少なくとも私が契約している企業では長時間労働はほぼありません。ですから、現在は長時間労働対策にかかわる仕事は皆無です。

現在では、いかに魅力的な組織づくりをするか、いかに限られた時間で価値創造をしていくか、いかに仕事もプライベートも充実させていくかといったご相談が多くなっています。

特に、2020年に経済産業省から出された人材版伊藤レポートを発端に「人的資本経営」に注目が集まるようになり、また、コロナ禍による個人の価値観の変化とも相まって、人と組織の関係性が特にここ数年で大きく変わってきているように感じます。

4. 人的資本経営とは

人的資本経営とは人材を「資源：Resource」ではなく、「資本：Capital」ととらえ、その価値を最大限に引き出すことで、中長期的な企業価値向上につなげる経営のあり方です。

(参考：[人的資本経営 ～人材の価値を最大限に引き出す～ \(METI/経済産業省\)](#))

「資源」という言葉は、「すでに持っているものを使う、今あるものを消費する」という意味合いを含みます。人材を「資源」と捉えれば、マネジメントの方向性は「適正に使用・消費を管理する」という考え方になり、その管理のための資金は、「費用（コスト）」と捉えられます。

しかし人材は、使えば使うほど消費されてすり減ったり、なくなったりするようなものではありません。むしろ、仕事や教育を通じて、知識やスキルを高めていくことができますし、同じ人でも、内発的なモチベーションを持っていることと、やらされ感で仕方なく取り組んでいることでは行動量や成果が全く違ってきます。仕事や活動に達成感や充実感を感じられれば、すり減るところか「もっとやるぞー！」と気持ちが高まることも多いです。

ですから、人材を資源ではなく、「資本」と捉え、その価値を最大限に引き出すことで、中長期的な企業価値向上につなげていく人的資本経営が注目されるようになりました。

人材を価値創造の担い手である「資本」と捉えれば、マネジメントの方向性は「成長や活力の向上、優秀な人材の獲得や定着により、企業の基礎体力を向上させ、価値創造をする」という考え方になります。そのための資金はコストではなく投資となります。

人的資本への投資の一例として、従業員の健康に投資する健康経営があります。健康経営とは、従業員の健康保持・増進の取り組みが将来的に収益性等を高める投資であるとの考えの下、健康管理を経営的視点から考え、戦略的に実践することです。

WHOの定義では「健康」とは病気ではないとか、弱っていないということではなく「肉体的にも、精神的にも、そして社会的にも、すべてが満たされた状態に

あること」とされています。ですから、従業員の健康保持・増進というのは単に病気にならないようにすることではなく、「肉体的にも精神的にも社会的にも、すべてが満たされるよう組織の環境を整える取り組み」であり、「ウェルビーイング経営」という言葉が使われることもあります。

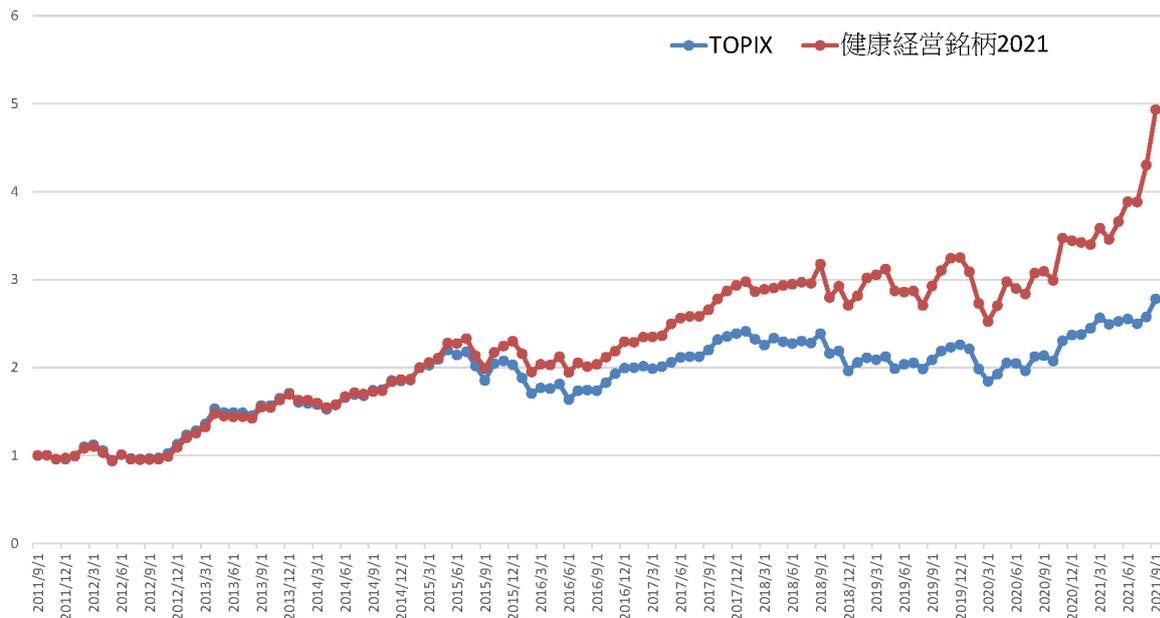
経済産業省が従業員の健康づくりを積極的に行っている企業を「健康経営優良法人」として顕彰する制度があります（前述のDMG森精機株式会社様が認定されたものです）。

さらに、上場企業の中から優れた企業を「健康経営銘柄」として選定する制度があります。

健康経営銘柄に選定された企業の平均株価はTOPIXを上回る形で推移しており、健康経営と企業業績の関連が示されています。

健康経営と企業業績・株価の関係性⑤

- 健康経営銘柄2021に選定された企業の平均株価とTOPIXの推移を、2011年9月～2021年9月の10年間で比較。
- 銘柄に選定された企業の株価はTOPIXを上回る形で推移している。



※2011年9月1日を基点1,000とし、2021年9月1日までの各月1日時点の各社の終値から指数を作成。
 ※新規上場など、基点のデータが無い4社は除いている。

（出典：健康経営の推進について 経済産業省ヘルスケア産業局 2022年6月）

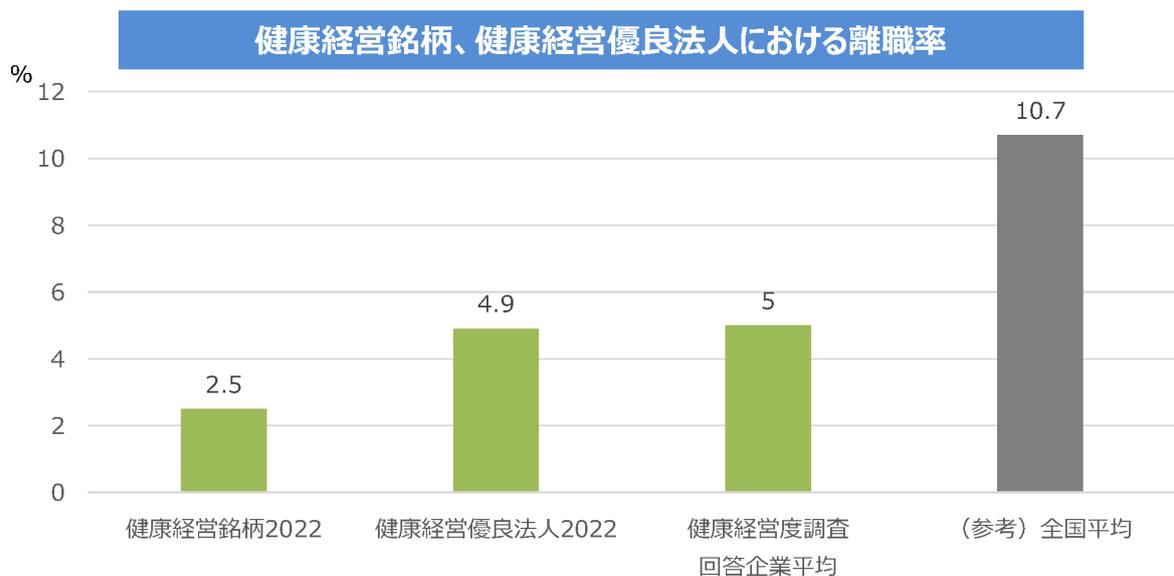
これには2つの方向性があると考えられます。

1つは従業員の健康という人的資本に投資しているから優秀な人材の確保・定着ができ、業績や企業価値が向上するという点です。

実際に、健康経営に取り組んでいる企業では離職率が低いというデータもあります。

健康経営に取り組む企業では離職率が低い

- 健康経営度調査を分析すると、健康経営度の高い企業の方が離職率は低い傾向。
- 2020年における全国の一般労働者の離職率と比較しても低い傾向。



※離職率の全国平均は「厚生労働省 2020年（令和2年）雇用動向調査」に基づく。（ただし健康経営度調査の回答範囲と異なる可能性がある）
 ※離職率=正社員における離職者数/正社員数を各社ごと算出し、それぞれの企業群で平均値を算出
 ※なお、離職率に関する設問は健康経営度調査の評価には含まれていない。

38

（出典：健康経営の推進について 経済産業省ヘルスケア産業局 2022年6月）

もう1つは業績がよく、資金に余裕があるから従業員の健康という人的資本に投資できるという点です。

つまり、今後ますます企業は次のように二極化していくと考えられます。

好循環を生み出す企業	悪循環に陥る企業
人的資本に投資する／できる ⇒優秀な人材の採用・定着、モチベーションの向上 ⇒業績、企業価値の向上 ⇒さらに人的資本に投資できる	人的資本に投資しない／できない ⇒優秀な人材が採用・定着できない、モチベーションダウン ⇒業績が伸び悩む ⇒ますます人的資本に投資できない

私個人の仕事も、人的資本経営という枠組みでとらえなおしてみると、以前は「残業時間を〇時間以内にする」「少しでも体調不良を減らす」のような管理のためのご相談や取り組みが多かったですが、現在では「人材＝価値創造の担い手である資本」と捉えての、個人の幸せと組織の成果を最大化するためのご相談や取り組みが増えてきています。

残業時間の管理に資金を投じてても企業の価値創造や業績の向上にはそれほどつながりません。しかし、効果的な仕事の進め方や、自己理解、キャリアデザイン、コミュニケーションスキル、チームビルディング、組織風土づくり等に資金を投じれば、一人一人のスキルや意欲につながり、企業のカルチャーとして蓄積され、確実に価値創造につながっていきます。そのようなポータブルスキルを身に着けられる機会は特に意識の高い従業員にも喜ばれ、エンゲージメントも高まります。

まさに、「管理」ではなく「成長を通じた価値創造」、「コスト」ではなく「投資」という流れを、身をもって体験しています。

私は、最初はただ自分自身のキャリアデザインのために心理学を学び始めたため、これを仕事にしようとは思っていませんでした。

ですから、こういう働き方をすることは想像もしていませんでしたが、ライフワークと出会うことができ、人材の成長を通じた価値創造という面白い分野に関わらせていただき、素敵なクライアントに出会わせていただき、本当にありがたいなと思います。これからも、「幸せな働き方や生き方」をテーマに情報提供やご支援をマイペースに続けていきたいなと思っています。

もしどこかでご縁があれば、その際は、どうぞよろしくお願いします。

株式会社ライフキャリアサポート <https://life-c-s.com/>

series 研究最前線 (2)

塩分成層流体における減衰乱流の直接数値計算

沖野真也 (H18/2006卒)



「塩分のような、拡散の遅い物質によって形成される密度成層流体に乱れを与えたとき、乱れはいかにして減衰するか？またその過程においてどのような密度分布が現れるか？」

1. はじめに

本研究が対象とするのは、「密度成層流体」と呼ばれる、鉛直下方ほど密度の大きい流体です。あまり聞きなれない用語かもしれませんが、密度成層流体は、私たちの身の回りの至るところに存在します。例えば、風呂の残り湯や冷房・暖房の効いた（しかしサーキュレータなどで循環していない）部屋の空気をはじめとして、LNG（液化天然ガス）貯蔵タンク、原子炉冷却装置、海水淡水化プラントなどの工業装置、さらに大きいスケールでは、夜間の大気や表層混合層を除く海洋に至るまで、様々なスケールの流体に密度成層が形成されます。それゆえ、基本的な流れ（例えば、乱流、物体まわりの流れ、波動）に対する密度成層の効果を調べることは、上に述べたような様々な現実の流れを高精度に予測する上で重要です。一般に、密度成層流体には浮力が鉛直方向の復元力として働くために、その鉛直運動は抑制され、しばしば水平方向に長く伸びた構造が現れます。

密度成層を形成するのは熱や塩分など（これらをスカラーと総称します）ですが、水中におけるスカラーの拡散は遅く、そのシュミット数 ($Sc = \nu/\kappa$) は大きな値をとります（ここで、 ν は流体の動粘性係数、 κ はスカラーの拡散係数）。例えば、海洋における密度成層は、熱と塩分の両方によって形成されますが、そのシュミット数のおよその値はそれぞれ $Sc = 7$ と $Sc = 700$ です（熱拡散に対しては、通例「プラントル数」と呼びますが、本稿では両者を区別せず、一貫して「シュミット数」と呼ぶことにします）。高シュミット数のスカラーの、乱流による輸送を考えると、乱流中の最小渦のスケールであるコルモゴロフ・スケールよりも小さな構造が形成されることが知られています。スカラーが流体の密度を変化させない場合、スカラーは流体運動には影響を及ぼさず、ただ受動的に流さ

れることから、パッシブスカラーと呼ばれます。Batchelorによるパッシブスカラーの乱流輸送に関する理論[1]によれば、高シュミット数のスカラーは、コルモゴロフ・スケールの $1/Sc^{1/2}$ のスケール（バチェラー・スケール）で散逸します。

これまでの密度成層流の室内実験の多くは、成層流体を容易に作製・維持できる塩分成層を用いて行われてきました[2-5]。Batchelorの理論[1]が、浮力をもつ（密度を変化させる）スカラーに対しても適用可能であるとすれば、塩分のバチェラー・スケールはコルモゴロフ・スケールの約1/30の大きさとなります。そして、そのような小さな散逸スケールまでを解像する必要がある、塩分成層乱流の（乱流モデルを用いない）直接数値計算は困難を極めます。具体例を挙げて説明しますと、スカラーを含む乱流の直接数値計算には $Re^{9/4}Sc^{3/2}$ に比例する格子点数が必要となりますから、 $Sc = 1$ のときにレイノルズ数 $Re = 1000$ の計算が行える計算格子であっても、 $Sc = 700$ のときには、わずか $Re = 13$ の計算しか行えないことになるのです。そのような理由で、いくつかの研究例[6-8]を除いて、ほとんどの密度成層乱流の数値計算は $Sc \approx 1$ に限定され[9-14]、多数存在する塩分成層乱流の室内実験と直接比較ができる数値計算の結果が存在しない、という状況にありました。

2. 塩分成層乱流の直接数値計算

以上に述べた背景を踏まえて、シュミット数 $Sc = 700$ の塩分成層乱流の直接数値計算を行なった文献[15]について紹介します。このような高シュミット数の直接数値計算は、私の知る限り、パッシブスカラー ($Sc = 1024$) に対する一例[16]があるのみです。鉛直方向 (z 方向) に一定の密度勾配を有する密度成層流体を対象とし、初期に与えた攪乱が時間とともに減衰する過程を調べました。初期攪乱のレイノルズ数は $Re_0 = 50$ と比較的小さな値に設定しましたが、それでも塩分の最小スケールである、バチェラー・スケールまでを解像するためには、 4096^3 点もの格子点が必要でした。そのような極めて大規模な数値計算を実施するために、当時最新のベクトル型スーパーコンピュータであったSX-ACE（1ノードあたり256GFlops、64GB）を1024ノード用いました。

まず、浮力の影響がコルモゴロフ・スケールにまで及んだ後の時刻における、ポテンシャルエネルギーの空間分布を図2に示します。ここで、ポテンシャルエネルギーとは、密度攪乱（塩分攪乱）の二乗に比例する量であり、密度成層流体

ではポテンシャルエネルギーと鉛直運動エネルギーが相互に変換されます（浮力振動）。ポテンシャルエネルギーが大きな値をもつ領域は空間のごく一部に集中した、雲のような構造をしています。雲状構造は扁平で、その大きさは積分長（乱流渦の最大スケール）程度です。さらに、個々の雲状構造は、多数の筋状の成分から形成されています。このような構造は、パッシブスカラーの場合にみられるシート状の構造[17]とも異なりますし、シュミット数が $Sc \approx 1$ の成層流体でも見られません。

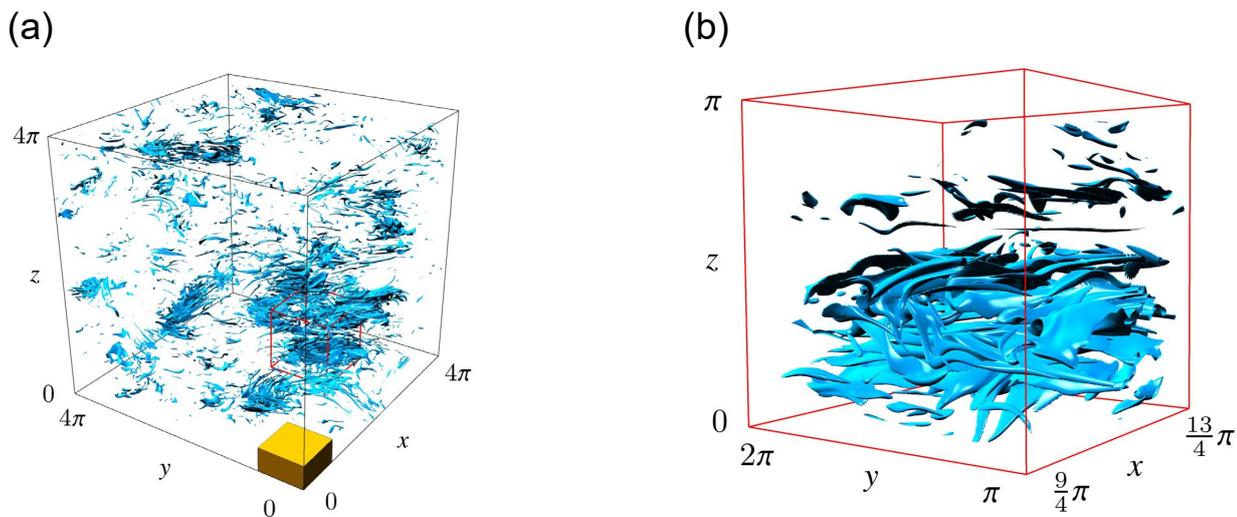


図1 塩分成層乱流におけるポテンシャルエネルギーの等値面。時刻は、浮力の影響がコルモゴロフ・スケールにまで及んだ後のある時刻 ($t = 20$)。左図の黄色い直方体の縦横と高さは、それぞれ水平方向と鉛直方向の積分長を表す。右図は、左図の赤い立方体部分の拡大。

これに対応して、ポテンシャルエネルギースペクトルにも特異な形状が現れます（図2）。オズミドフ波数（図中の黒丸：成層効果が及ぶ最小スケールに相当）がコルモゴロフ波数（図中の白丸）よりも小さい初期では、成層効果はコルモゴロフ・スケールにまで及んでおらず、パッシブスカラーに対して成り立つ Batchelorの -1 乗則[1]がコルモゴロフ波数以上で見られます。しかしながら、時間が経過し、オズミドフ波数がコルモゴロフ波数を上回ると、ポテンシャルエネルギースペクトルに折れ曲がりが生じます。また、その折れ曲がりには、コルモゴロフ波数とオズミドフ波数が一致する波数にて起こっています。なお、コルモゴロフ波数とオズミドフ波数が一致する波数は、密度成層の強さの指標である浮力振動数 N と流体の動粘性係数 ν だけで決定され、プリミティブ波数 ($= \sqrt{N/\nu}$)

と呼ばれます。

ポテンシャルエネルギーのプレマルチプライドスペクトル（図3a）からは、空間分布（図1）との対応を明確に見てとることができます。ここで、プレマルチプライドスペクトルの下側の面積がエネルギーの大きさに対応することに留意してください。初期には、Batchelorの -1 乗則に対応する平坦な領域（ $k \times E_p(k) \simeq \text{const.}$ ）が見られますが、その後、プリミティブ波数付近のポテンシャルエネルギーは急速に減少し、大小二つのスケールにピークが生じます。低波数（ $k \sim 1.5$ ）のピークは雲状構造の積分長に、高波数（ $k \sim 40$ ）のピークは雲状構造を形成する筋の太さに対応します。つまり、プリミティブ波数付近の成分だけが局所的に失われた結果、二つの特徴的なスケールをもつ雲状構造が現れた、ということになります。こうした現象は、 $Sc \leq 70$ の場合には見られず[18]、コルモゴロフ・スケールとバチェラー・スケールの差が非常に大きい、高シュミット数の成層乱流の特徴です。

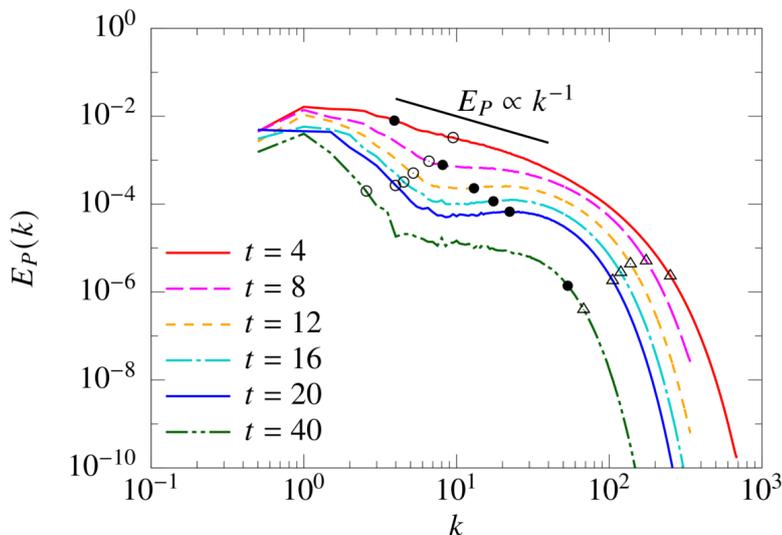


図2 塩分成層乱流におけるポテンシャルエネルギー Spektral の時間変化。白丸（○）はコルモゴロフ波数、黒丸（●）はオズミドフ波数、三角（△）はバチェラー波数を表す。

プリミティブ波数においてポテンシャルエネルギーが減少する原因は、ポテンシャルエネルギー Spektral の収支を調べることで分かりました。鉛直密度フラックスのコ Spektral が、プリミティブ波数において常に負の（逆勾配の）ピークをもっており（図4b）、ポテンシャルエネルギーが運動エネルギーへと継続的に変換されるためでした。小スケールにおいて持続する逆勾配の鉛直密度フラッ

クスは、塩分成層乱流の水槽実験でも観測されています[19]。また、プリミティブ波数において強い逆勾配フラックスが生じる理由は線形理論[20]によって説明されます。

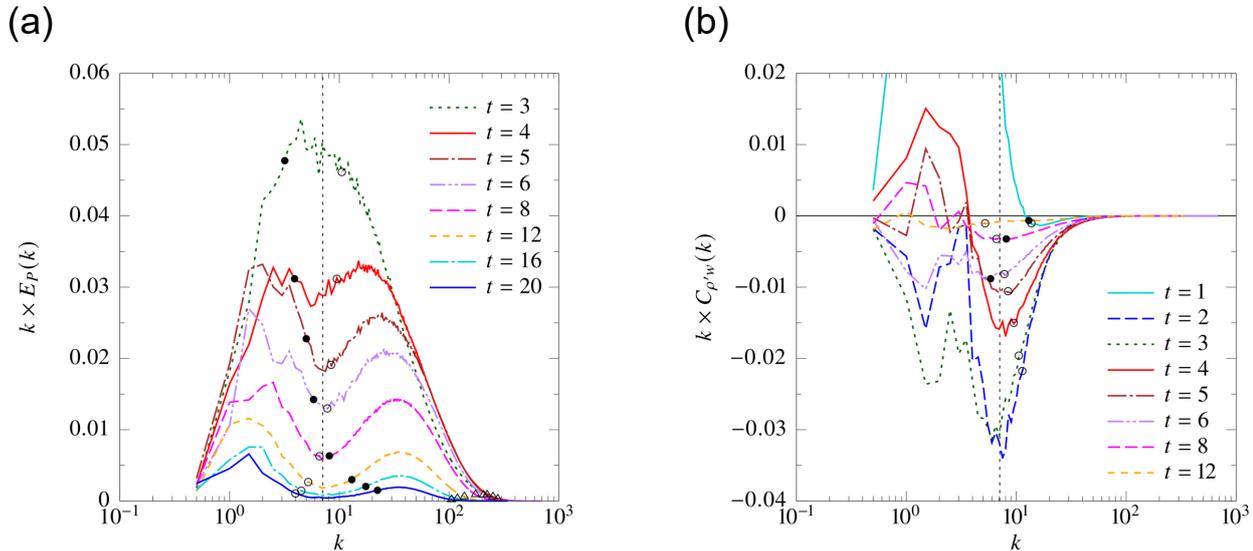


図3 塩分成層乱流における (a) ポテンシャルエネルギーのプレマルチプライドスペクトル、(b) 鉛直密度フラックスのコスペクトル。白丸 (○) はコルモゴロフ波数、黒丸 (●) はオズミドフ波数、三角 (△) はバチェラー波数を表す。鉛直破線はプリミティブ波数 $\sqrt{N/\nu}$ に対応する。

3. おわりに

本稿では、塩分という、拡散の遅い（シュミット数の大きい）スカラーによって形成される密度成層流体中の減衰乱流が作り出す特異な密度（塩分）分布について、大規模な数値計算に基づく結果を紹介しました。

数値計算は様々な仮定のもとで行われる、あくまでも理想的なものですので、実験によって、現実の流体においても同様の現象が起こることを裏付けておくことは重要です。そこで、数値計算と並行して進めている室内実験の結果[21]についても簡単に触れておきます。図4(a)に示すように、水槽中に塩分成層流体を作製し、その中で格子を一定速度で動かすことによって乱流を発生させます。あらかじめ、流体中に蛍光染料を分布させておくと、レーザー光を入射したときの蛍光強度分布から密度分布を算出することができます（レーザー誘起蛍光法）。そうして得られたポテンシャルエネルギーの鉛直面内分布を図4(b)に示します。数値

計算の結果（図1）で見られたような、多数の筋状の構造が形成する扁平な雲状構造を確かに見て取ることができます。図は省略しますが、プリミティブ波数付近においてポテンシャルエネルギースペクトルが折れ曲がること（図2）も確認することができました。

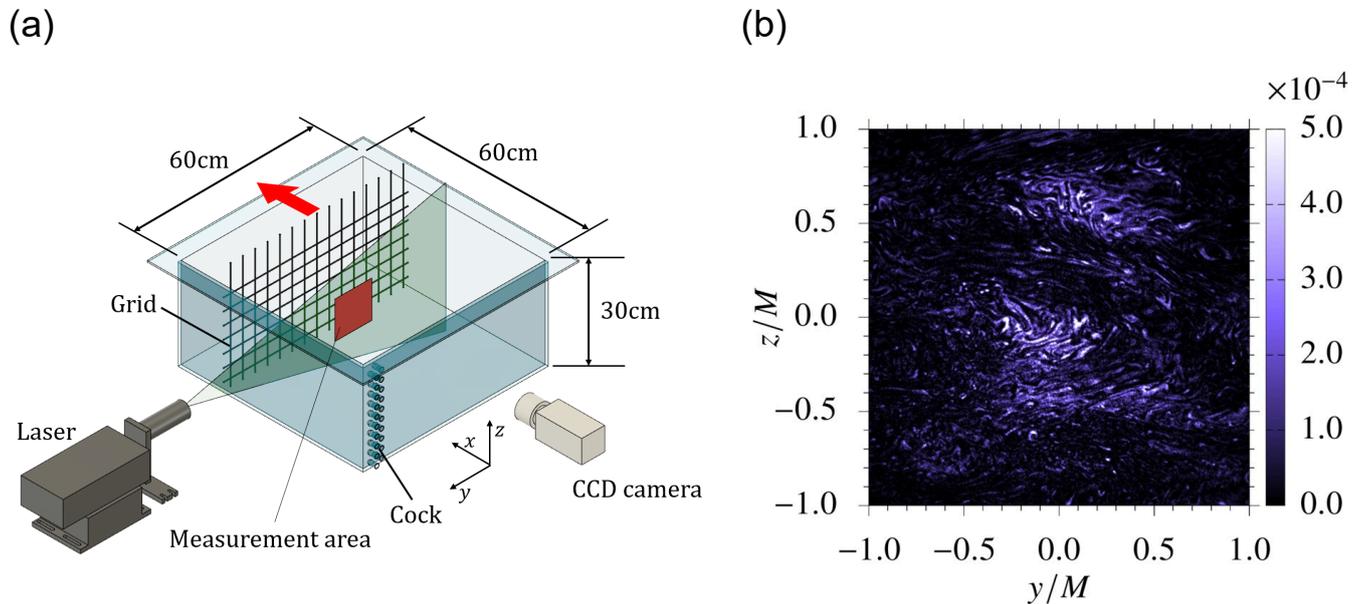


図4 (a) 塩分成層流体における格子乱流の実験装置の概要。(b) ポテンシャルエネルギーの鉛直面内分布。

最近では、より現実の海洋に近い、熱と塩分の両方によって形成される熱塩成層流体における乱流の数値計算を行なっています。熱塩成層流体においては、熱と塩分の拡散の速さの違いに起因して対流（二重拡散対流）が生じることが古くから知られており[22]、スカラーが1種類の場合に比べ、流れの振る舞いは複雑になります。このような、シュミット数の異なる複数のスカラーが寄与する乱流研究から、海洋物理のみならず材料合成や乱流火炎をはじめとする、温度場と多数の化学反応種が絡む様々な工学上の系に対する有用な知見が得られることを期待しています。

参考文献

- [1] Batchelor, G. K. 1959 Small-scale variation of convected quantities like temperature in turbulent fluid. Part 1. General discussion and the case of small conductivity, *J. Fluid Mech.* 5, 113-133.

- [2] Stillinger, D. C., Helland, K. N., and Van Atta, C. W. 1983 Experiments on the transition of homogeneous turbulence to internal waves in a stratified fluid, *J. Fluid Mech.* 131, 91-122.
- [3] Itsweire, E. C., Helland, K. N., and Van Atta, C. W. 1986 The evolution of grid-generated turbulence in a stably stratified fluid, *J. Fluid Mech.* 162, 299-338.
- [4] Fincham, A. M., Maxworthy, T., and Spedding, G. R. 1996 Energy dissipation and vortex structure in freely decaying, stratified grid turbulence, *Dyn. Atmos. Oceans* 23, 155-169.
- [5] Praud, O., Fincham, A. M., and Sommeria, J. 2005 Decaying grid turbulence in a strongly stratified fluid, *J. Fluid Mech.* 522, 1-33.
- [6] Gerz, T., and Yamazaki, H. 1993 Direct numerical simulation of buoyancy-driven turbulence in stably stratified fluid, *J. Fluid Mech.* 249, 415-440.
- [7] Smyth, W. D. 1999 Dissipation-range geometry and scalar spectra in sheared stratified turbulence, *J. Fluid Mech.* 401, 209-242.
- [8] Gargett, A. E., Merryfield, W. J., and Holloway, G. 2003 Direct numerical simulation of differential scalar diffusion in three-dimensional stratified turbulence, *J. Phys. Oceanogr.* 33, 1758-1782.
- [9] Riley, J. J., Metcalfe, R. W., and Weissman, M. A. 1981 Direct numerical simulations of homogeneous turbulence in density-stratified fluids, *Proc. AIP Conf. on Nonlinear Properties of Internal Waves* (ed. B. J. West), 79-112.
- [10] Métais, O., and Herring, J. R. 1989 Numerical simulations of freely evolving turbulence in stably stratified fluids, *J. Fluid Mech.* 202, 117-148.
- [11] Kimura, Y., and Herring, J. R. 1996 Diffusion in stably stratified turbulence, *J. Fluid Mech.* 328, 253-269.
- [12] Riley, J. J., and de Bruyn Kops, S. M. 2003 Dynamics of turbulence strongly influenced by buoyancy, *Phys. Fluids* 15, 2047-2059.
- [13] Bartello, P., and Tobias, S. M. 2013 Sensitivity of stratified turbulence to the buoyancy Reynolds number, *J. Fluid Mech.* 725, 1-22.
- [14] Maffioli, A., and Davidson, P. A. 2016 Dynamics of stratified turbulence decaying from a high buoyancy Reynolds number, *J. Fluid Mech.* 786, 210-233.
- [15] Okino, S., and Hanazaki, H. 2020 Direct numerical simulation of turbulence in

a salt-stratified fluid, J. Fluid Mech. 891, A19.

[16] Yeung, P. K., Xu, S., Donzis, D. A., and Sreenivasan, K. R. 2004 Simulations of three-dimensional turbulent mixing for Schmidt numbers of the order 1000, Flow Turbul. Combust. 72, 333-347.

[17] Brethouwer, G., Hunt, J. C. R., and Nieuwstadt, F. T. M. 2003 Micro-structure and Lagrangian statistics of the scalar field with a mean gradient in isotropic turbulence, J. Fluid Mech. 474, 193-225.

[18] Okino, S., and Hanazaki, H. 2019 Decaying turbulence in a stratified fluid of high Prandtl number, J. Fluid Mech. 874, 821-855.

[19] Komori, S., and Nagata, K. 1996 Effects of molecular diffusivities on counter-gradient scalar and momentum transfer in strongly stable stratification, J. Fluid Mech. 326, 205-237.

[20] Hanazaki, H., and Hunt, J. C. R. 1996 Linear processes in unsteady stably stratified turbulence, J. Fluid Mech. 318, 303-337.

[21] Okino, S., Minakami, S., Imanishi, Y., and Hanazaki, H. 2022 Small-scale density fluctuations in grid-generated turbulence in a salt-stratified fluid, Proc. of the 12th International Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena, 6 pages.

[22] Radko, T. 2013 Double-diffusive convection, Cambridge University Press.

Profile

京都大学工学研究科機械理工学専攻流体物理学研究室 講師

1983年、京都市に生まれる。2006年、京都大学工学部物理工学科を卒業。2008年に同大学工学研究科航空宇宙工学専攻修士課程修了。2011年、同大学工学研究科航空宇宙工学専攻博士課程修了後、博士号取得。2011年、三菱電機株式会社先端技術総合研究所研究員、2013年、京都大学工学研究科機械理工学専攻助教を経て、2021年から同専攻講師。

研究室HP : <http://www.vortex.me.kyoto-u.ac.jp/>

The car which I love (13) ロードスター「ND5RC」

巽 和也 (H9/1997卒)

Roadster ND Generation

2016年4月に累計販売台数が100万台に達したマツダのロードスター（MX-5、Miata）は、2015年に販売が開始されたND系が4代目となります。NA系を彷彿させる小型・軽量・スタイリッシュな車であり、総重量1000kg前後、排気量1.5L、131PSとバランスも良いです（Roadster RFは排気量2.0L、MX-5も2.0Lあり）。高速安定性（1.6E?km/hでも心地よいです）とコーナーでのグリップ力も高く、高速道路と峠どちらでも楽しめる車です。私はつい燃費と環境よりも走りを重視するので、燃費は市内走行で10km/L、長距離走行では14km/Lです。（オプションでアイドリングストップ機構「i-stop」があるが、私は取り付けていません。）



昨今の情勢で電気自動車（EV）への転換が世の話題となる中で、エンジン・MT車として人気が出ており2022年度の販売台数は前年比で1.3倍と好調です。ここでは、機械的な内容ではなく、ロードスターに乗って私が感じたことをホッと一息つく小話として紹介します。

積載量 — 機内持ち込み可でもロードスター不可

2シーターであるので個人的には積載量を求めています。では、どれくらいものを載せられるのか、その様子を紹介します。トランクルームは、ゴルフバッグは明らかに無理として、機内持ち込み用のスーツケース（最大サイズ）でも入りません。知り合いを迎えに行っても荷物を載せられない危険性があります。旅行では小型で変形できるボストンバッグ等に荷物を詰めて、位置を工夫しながら載せる必要があります。

布団をクリーニングに出すときは毛布や薄いマットレスならばトランクに載せることは可能ですが、厚布団は助手席に詰め込むしかありません（写真）。なんとかシフトノブを動かせる状態で運転します。複数段分の衣装ケースを買ったときには車のソフトトップを開ける必要がありました。サイドミラーも見えないため、運転と取り締まりに注意しながら運びます。ただし、ゴルフバッグはソフトトップを閉めた状態でも助手席に載せることができるので、問題なくゴルフ場や練習場に移動できます。なお、助手席にはグローブボックスがなく後部座席もありませんので、助手席の人の荷物を置くときも少々困ります。



ロードスターで布団を運ぶには

車高（目線）の低さ — まぶしい・見えない

車高（全高）1235mmはかなり低いというものではありませんが、車高が高い車の所有率が増えている昨今では、周囲の車との相対比が大きくなる傾向にあります。そうすると、後ろの車や対向車のヘッドライトが「まぶしい」ので困ります（右図）。例えば、ロードスターに乗車したときの運転手の目線の高さは約1mですが、これはトヨタのノア・NOAHのヘッドライトの高さ約0.95mとほぼ同じになります。軽自動車でもホンダのN-BOXのヘッドライトの高さが約0.9mですから、どの車が来ても「まぶしい」のです。後ろの車のライトは、バックミラー（ルームミラー）に関



前と後ろからのヘッドライトビームはまぶしい



状況予測もむずかしい

しては防眩機能（電圧印加による反射率低減）で対応できますが、実はサイドミラーからの反射光も（サイドミラーの高さは約0.85m）顔にもろに当たり「まぶしい」です。このライトのために夜の渋滞は苦痛になります。

また前方の車の先が見づらいため状況把握・事前予測することが難しくなります。例えば、ノアだとリアウィンドウの最低高さが約1.3mで目線の上です。私は前とその前の車の動き、前方の車の運転特性、ナンバープレートで予測運転をするので、その要素が減ると、より集中力が要求されます。

雪に弱い — FRのノーマルタイヤ

ロードスターはFR（フロントエンジン・リアドライブ）です。だからこそ加速性・加速感覚と操作性も高く、運転がすこぶる楽しいのですが、雪には弱いです。私はどこまで頑張れるか、を試す意味でもノーマルタイヤで走っているのでおさらです。少しの雪ならば滑りを楽しむのにうってつけなのですが、2023年2月24日に京都で大雪が降った日は、桂キャンパスのC3棟3階駐車場の出口にある坂の緩やかな勾配にも対応できません。バックは可能だったので十数往復して邪魔にならないところまでなんとか戻れました。こうなると、雪で遊ぶしかありません。

*FRというよりはタイヤの問題ですね。



2023年2月の大雪で身動きとれず

MT車 — 行動と反応

ロードスターに限った話ではありませんが、MT車は楽しいですね。運転に対する行動の選択肢が増え、操作する感覚が高まり、不便を感じさせない充実感が味わえます。対話型の経験が自我構築の大事な要素であることから、ヒトには自分で行動して反応を得ることが大切です。自動運転、スマホ、Chat-GPT等、社会にとって必要で有益であるハードとソフト



であっても受け身の要素が増える傾向にあり、自発的・創造的な行動を引き出す機能を考えることも大事と思います。車でもMTは機構として搭載する必要は少なく、日本ではMT車の割合は約1%です。息子（愛車・ストライダーを手に入れたばかり）が大きくなるころにはMT車の自家用車を手に入れるのは難しいでしょうが、MT車の良さを伝えつつ、その頃には代わりとなる行動と反応が対となる感受性を高める新しい機能が搭載されることを楽しみにしています。



私の愛車と息子（11 か月）の愛車（初乗り物）

おまけ

ロードスターは「Roadstar」ではなく「Roadster」と書きます。Roadsterとは“a car without a roof and with only two seats”（Cambridge Dictionary）の意味であり、ロードスターに限らず、昔からツーシータのオープンカーの呼び方として使われてきました。それを車名にすると開発者の意気込みと誇りを感じます。といっても、ロードスターに乗っている者（私）としては、まさに「Road-Star」の気分で走っています。

第20回 談風会報告

中村弥寿家 (S33/1958卒)

令和5年(2023年)3月31日、学士会館にて「第20回談風会」を開催した。本会は昭和33年同期会(京岬会)の下部組織で会員が自由議題で20分程度の報告をする相互啓発の会である。前回は2020年1月21日で、コロナの関係で3年振りの開催となり出席者は前回より2名少ない4名であった。

記

1. 「縄文時代」

岸本秀弘

縄文時代はBC14,000年～BC1,000年の時代で、現在より2℃～3℃暖かく海拔は今より5メートル位高い海岸線であった。人口分布は東北、関東に多く関西、西日本より密度が高かった。

- ① 縄文土器 土器は煮炊きや水を入れる容器に使用されたが命の源泉である水や食べ物は神聖なものであるという考えから縄の模様(縄文)を付けた。
- ② 火焰土器 縄文土器の極致で芸術性も非常に高い。
- ③ 縄文のヴィーナス像(縄文中期BC2,500年頃) 縄文土偶の代表格 豊満な女性を神聖視し又芸術性も高い。
- ④ 生活 気候が温暖で、緑に満ち、木の実・山菜・野生の動物等食べ物は手に入り易く平和な暮らしをしていた。
- ⑤ 縄文時代は原始時代ではなく、日本列島に確かな文明があった。それは大陸の四大文明と異なる、自然と織り合った世界に誇れる日本文明であった。

2. 「地球温暖化防止(炭酸ガスゼロ)政策への一考察」

中村弥寿家

現在、地球は温暖化しておりその原因は化石燃料の使用によるものとする説である。温暖化は自然災害を増大させて、旱魃等で植物が生育しにくくなり人類滅亡の危機になる。その対策が必要であるという説である。

① 国連を中心とする強大な炭酸ガス削減組織

ア) 国連気象変動枠組条約締結組織(COP)

COP21(パリ会議 2015年)2030年に日本、炭酸ガスを2013年比26%削減、

米26～28%削減

欧、米、日 2050年にカーボンニュートラル、中国は2060年に。

- イ) 気候変動に関する政府間パネル (IPCC)
- ウ) 気候サミット 国連事務総長主催の世界のリーダー会議
- エ) 世界経済フォーラム (WEF ダボス会議)
- オ) 影の推進者 国際金融資本家

参考 現在のCOPの削減目標は欧州、日本、米国に厳しく、中国には緩い契約になっている。

② 炭酸ガス起因の温暖化危機説への疑問

- ア) 地球温暖化は地球自体の温冷サイクルの一貫で現在は温暖期にあたる。
- イ) 地球温暖化しても困らない。産業革命時代より現在の方が住み易い。
- ウ) 炭酸ガスの濃度の増加は植物の生育を高める。

③ 温暖化防止派の狙い

- ア) 世界の産業構造の大変革 EV化、太陽光発電、バッテリー等
- イ) 原子力発電の推進 (但しドイツは反対)
- ウ) 石油資本家の化石燃料採掘抑制による価格高騰。最終的にはカーボンゼロには反対か。
- エ) 単純に地球温暖化防止の達成。

④ 今後の展望

- ア) ウクライナ戦争の影響がありヨーロッパで石炭発電所の継続使用化。
- イ) ドイツの原子力発電所の全廃 2022年10月から延期へ。(2023年4月15日全廃実施)
- ウ) EU ガソリン車の販売2035年全面禁止の予定であったが2023年3月ドイツ、イタリア、ポーランド等の反対で無期延期 (但し合成燃料使用の条件で)
- エ) 米国 州政府の石炭火力発電所の制約やEV車への補助金に反対する州が出ている。政権が変わるとCOPから脱退の可能性も。
- オ) 中国 EV車等良いところ取りをするが本当に化石燃料を廃止するか疑問。

3. 「日本木造建築の輝き」

倉田武彦

日本の木造建築は世界遺産として特異の存在であり、例えば東大寺の創建は国家としての大事業であったし、更に二度にわたる騒乱焼失とその再建 (鎌時代初

期と江戸中期)も大事業であった。工事に要した巨大な木材の確保と建築現場への搬入などに要した壮大な苦難の歴史を紹介された。

また、日本が誇る五重塔や三重塔の耐震性の技術の輝きを取り上げて、木造の風格とその技術の特異性を紹介。過去の大地震に際して古代から寺院の塔は損壊していないのは驚きである。先人たちの技術と努力に敬意を表する紹介がなされた。

4. 「桜の歌」

梅本 毅

四つの歌とこれの二つ対歌を披露。

ア) 西行法師 (1118~1190)

願わくは 花のもとにて 春死なむ その如月の 望月の頃

イ) 在原業平 (825~880)

世の中に たえて桜の なかりせば 春の心は のどけからまし
詠み人知らず

散ればこそ いとど桜はめでたけれ 憂き世になにか 久しかるべき

(対歌)

ウ) 良寛和尚 (1758~1831)

散る桜 残る桜も 散る桜 (特攻隊の歌にも使われている)

裏を見せ 表を見せて 散る紅葉 (対歌)

エ) 小林一茶 (1763~1828)

死に支度 致せ致せと 桜かな

以上

銀閣寺道の屋台ラーメン屋

檜原勇多賀 (S37/1962卒)

むかしむかしの話です。

銀閣寺道の白川疏水のそばに、テント張りの屋台ラーメン屋がありました。

時は昭和34年。そのとき筆者は京都大学機械工学科の3回生で、浄土寺石橋町に下宿していました。夜中に、下宿の近くの銭湯でひと浴びして、その屋台ラーメン屋に寄って、ラーメンを啜って下宿に帰るのを日課にしていました。

そのラーメン屋は、銀閣寺に通じる自動車道と白川疏水の間到店構えしていて、入口は疏水側にありました。入口からテントの中に入ると、手前に背もたれの無い長椅子が置かれていて、奥に厨房があり、店主がこちらに背を向けて、ラーメン作りに没頭しています。店は、店主一人で切り盛りしていました。

店主の背中に向かって「ひとつ」と声を掛けると、店主は振り向きもせず、入って来た客が長椅子に座る位置を確認して、作業に戻ります。いつも長椅子の隙間が無いくらい混み合っていました。店長は出来上がったラーメンを正確に順番通り客に渡します。

ここのラーメンは醤油とんこつ味で、そのパンチの効いた熱い汁を啜った時の満足感は、長い時間待たされる事を厭わなくさせます。値段は一杯35円で、当時の学生の財布にも優しい値段でした。周囲には学生が多く下宿していたので、このラーメン屋は大繁盛でした。

そんなある日、ラーメン屋の横に余所者のラーメン屋がテントを張って営業を始めました。大繁盛のラーメン屋を見て、同業者が割り込んで来たのでしょう。さて、元祖屋台ラーメン屋はどうするのだろうかと思っていたら、翌日、ラーメンの値段を35円から30円に引き下げました。それを見て、新参のラーメン屋も同じ値段に下げました。すると今度は、元祖屋台ラーメン屋が値段を25円にまで引き

下げました。すかさず、新参ラーメン屋もそれに合わせます。ところが何と、元祖屋台ラーメン屋が値段を20円にまで引き下げたのです。

これには新参ラーメン屋もお手上げです。開店したばかりの店を畳んで居なくなりました。元祖屋台ラーメン屋は、また値段を元に戻して、何事も無かったかのように、営業を続けます。それは見事な撃退劇でした。

筆者は他所に引き越すまでの約1年間その屋台ラーメン屋に通いましたが、その後店がどうなったかは分かりません。二人の弟が手伝い出したとか、百万遍に「百万石」という中華料理店をはじめたとかいう話も有りますが、真相は謎です。

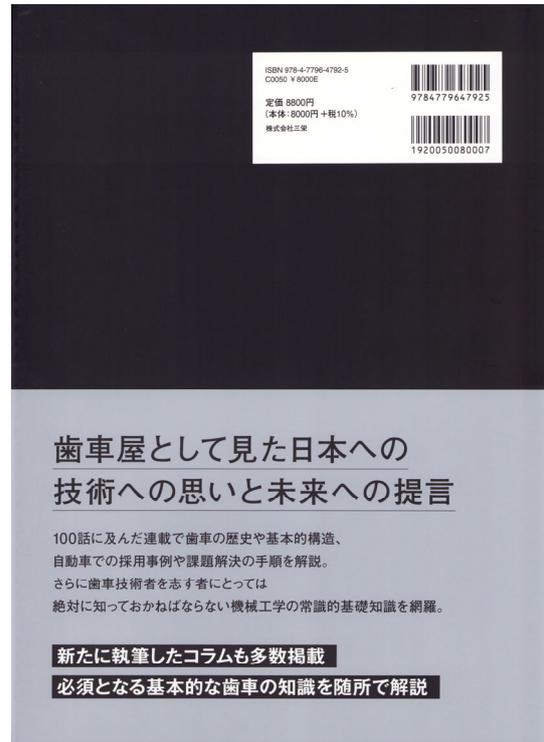
この京機会の会員の中にも、銀閣寺道の屋台ラーメン屋をご存知の方は沢山居られると思いますが、ご存知の方は是非お知らせ下さい。



写真は寄稿者のイメージをもとに編集人が撮影したものです（撮影日：2023年4月26日）

新刊紹介 久保愛三／森川邦彦 著「歯車屋の見た世界」

吉田英生 (S53/1978卒)



久保愛三・森川邦彦「歯車屋の見た世界」(2023.4.29発行、325ページ、三栄、本体8000円)

“会田先生、歯車技術を少しは世の中に知ってもらうためだと弟子のパクリに、ご容赦のほどを”——歯車の歴史に関する章の一文で、思わず微笑んでしまいました。そんな個性的な本書について、結論から先に述べましょう。

歯車に関する永遠のバイブルとして、海外の状況は知らないものの、少なくとも日本では本書が実質的に最後になるかもしれません。そうならないことを願っておりますけれども。

私自身は、機械工学に身をおきながらも、この分野についてまったくの素人ですが、そのように強く思わせる極めて貴重な書です。



自動車好きの比較的年輩の方には、自動車雑誌「Motor Fan (モーターファン)」(発行:三栄、旧三栄書房)は懐かしいのではないかと思います。同誌は紆余曲折があって現在は休刊中ですが、代わって2006年から、よりビジュアルな月刊誌「Motor Fan illustrated (モーターファン・イラストレーテッド、以下 MFi)」が発行されています。とはいっても、一般(公立)の図書館などでは、私が調べた限りではほとんど所蔵されていないので、京機会会員の中でもご覧になった方は限られるかもしれません。その MFi に

連載 歯車屋の見た世界

Vol. 92 (2014.5) 第1話 久保愛三 単著

Vol. 168 (2020.9) 第77話から久保愛三・森川邦彦 共著

Vol. 191 (2022.8) 第100話：最終回

のように、実に8年4ヶ月（＝100ヶ月）の間に100回、1回の休みもなく連載された歯車に関する話の集大成が本書です。久保愛三（S41/1966卒）さんは説明するまでもありませんが、第77話以降で共著者の森川邦彦さん（ケイエムギヤズ・ラボ）は、元日産自動車中央研究所（現総合研究所）の専門家です（京機会会員ではありませんが短信の記載ルールでS53/1978卒）。

内容は、同誌の編集長からの提案で

無味乾燥の学校の授業のような内容でなく、技術背景、歴史、経済、政治、そして社会と人間をも含んで「The world according to gear specialist」という記事

を目指したもので、その趣旨にまさに沿う内容となっています。具体的には、1話あたりA4版2段組おおむね3ページの奥深いながらも分かりやすい100話に加えて、“Small talk”と称する57の小話（ワンポイントの脚注／詳細な補足説明／コーヒブレーク／久保さん一流の辛口のエッセーなど）が挿入されています。もともと雑誌の連載記事という性格もありますが、全体は「です・ます」で表現され（従来型の）学校の教科書とは異なる雰囲気には満ち満ちています（とりわけ Small talkには、塩野七生さんの書からの引用や、カント、釈尊なども出てきます）。

京機短信356号（2021.8）で、やはり久保さんによる編集の「歯車損傷大全」（公益財団法人 応用科学研究所、2019年、872ページ、本体60000円）を紹介しました。「大全」が専門性の強い文字通り的大著であるのに対し、こちらは機械に興味を持つ一般市民・学生・技術者にも学んでほしい内容が満載です。ただ、森川さんのあとがきにもあるように、日本では歯車に関する研究機関・研究者が消滅の危機にあるようです。これが冒頭に記した結論の背景です。

それにしても、久保さんの歯車に関する造詣の広さと深さには、あらためて驚嘆させられました。「権威」なるものも「権威」という言葉も、個人的にはあまり好みませんが、久保さんを形容するのにこの言葉をおいて適切なものが見いだせないかなと考えました——うーん、そうだ「大家」がいいですね。久保さん、もし照れくさかったら「おおや」と読んでください。



ご参考になると思いますので、以下に「まえがき」・「目次」・「あとがき」を添付します。なお、Small talk の表題は個々の所には記載し忘れたとのことで、この目次と合わせてご覧いただければと思います。また、次頁の久保さんの「まえがき」は、校正見落として「はじめに」となっていたのですが、目次と整合するようにここでは訂正させていただきました。

まえがき

私は日本でもぼつぼつ自動車が普及しかけてきた時代に、先の大戦中、中島飛行機で高性能航空機のエンジン開発に関わってこられ、戦後、京都大学の精密工学科で機械要素の教授をしておられた会田俊夫先生の研究室で先生のカーバン持ちをしながら、仲間内では歯車屋と言われる分野の仕事を学んでいました。その後、多くの機械会社とお付き合いをさせて頂き、主として歯車装置の損傷や振動騒音等の問題を一緒になって解決していく仕事をしていました。

思い返せば、私は、自動車をはじめとする輸送機械技術に革新が起こり、栄え、そして次第に凋落していく世の動きと共に生きてきたようです。それはそれなりにやりがいもあり楽しんでこられたと感謝の気持ちでいっぱいです。

メカニズムに興味のある機械好きの私は、同じような趣味の人と色々と対話・議論もさせて頂きましたが、ひよんなことから Motor Fan Illustrated 誌のスタッフと親しくなり、「メカニズムが分かると自動車をもっと面白くなる」という同書の主張がかなり多数の自動車好きに支持され、自動車オタク向けの内容の本の発行を長く継続されていることを嬉しく思っていました。自動車を構成するメカニズムの一部としてトランスミッションが取り上げられるのは私の専門性からは嬉しかったのですが、一方、その基本となる歯車について読者に分かってもらえるような記事がないことやトランスミッションに関する情報もどちらかと言えばメーカーの製品紹介的になる傾向があり、本当の機械好きが満足するだろうかとも感じました。

そこで当時の鈴木慎一編集長に、歯車技術についての連載記事を書かせてもらえませんかという打診をしたところ、快諾を頂き、無味乾燥の学校の授業のような内容ではなく、技術背景、歴史、経済、政治、そして社会と人間をも含んで「The world according to gear specialist」という記事にしてはどうでしょうかという提案を受けました。それに全く同意し、歯車の歴史から始めて、歯車の技術開発はいかに発達してきたか、歯形論、歯車加工法とその進化、歯車の種類、歯車の精度検査、各種歯車装置の構造、歯車の強さ、歯車材料・熱処理、歯車装置の振動・運転騒音、歯車に関わる専門用語等について、歯車技術とは無縁の一般の人にもその全貌が分かるように記述することに務めながら、筆者の心の思いや感想をも主観的に述べて話を進めることにしました。第 77 話からは以前からの知り合いで、日産自動車にて定年まで一貫して歯車の研究開発に携わってこられた森川邦彦さんを執筆に誘い、共著で、最新の歯車技術情報や動向をも内容に加えしました。そうこうしている内に話が 100 話にも達することになりました。内容的には機械工学の常識的基礎知識をかなり網羅できたと思います。これらの内容は、歯車技術者を志す者にとっては、絶対に知っておかねばならない必須知識だと思います。そこで、これまで連載してきた第 1 話から第 100 話までを再校正し、内容をブラシアップし、また、各話で取り上げた内容の相互の関連が分かるように注記を加筆して、関連する技術や経済・政治的話題等を小話 (Small talk) として各話の間に適宜挿入して単行本としました。

太平洋戦争末期に生まれ、戦後の混乱期に幼年を過ごした私は、一生懸命に働けば明日は必ず今日よりも良くなると信じて努力ができた時代を生きてきました。日本は、戦後 50 年で Japan as number one とされるようになり、日本人はその経済的豊かさを満喫できるようになりました。しかし、世界のトップに肉薄していた日本の科学技術がそれ以後、あっという間に三流国に凋落してしまいました。現在、新聞やテレビ、さらには WWW (World Wide Web) を駆け巡る情報の量の増加とその質の低下には目を覆うばかりです。

今、世界がこれから進むべき方向として、持続可能な社会を目指すと述べています。次のグラフは近年の各国の景気状況の変化を示しています。世界の殆ど全ての国で経済は inflating で、sustainable な社会を目指していないことは一目瞭然です。唯一の例外が日本です。日本が経済的に取り残されていることが認められます。しかし、見方を変えれば日本はずっと以前に inflating 経済を卒業し、sustainable な社会を実現しているとみることもできます。ただこのような日本には、今、問題山積です。日本人は現在と近い将来の日本に幸せを本当に感じるのでしょうか。

現在の世界では、現象評価は全て数値に基づく判断しか認められません。しかし、人間の全ての活動の motive force は広い意味での欲望の充足であり、その結果の判断は各々の人の脳内のデータベースとの対比によるものでしょう。これを数値化して物事の判断することはできないように思いますが、AI が進歩すればそうでなくなるかも知れません。

また、すべての状況判断において、「人間をはじめとする動物の集団は、その 1/3 は善良なもの、その 1/3 は邪なもの、そして残りの 1/3 は日和見である」ことが忘れられてしまっています。AI は将来、これらの状況まで判断できるのでしょうか。神の領域への侵犯と戦争布告ですね。

教育も形式の踏襲ばかりで、人の心を成長させ鍛えることや、師弟の関係や温故知新の有用さも評価されなくなりました。若い人は四六時中、スマホをいじくって情報のやり取りをし、その結果、人と会話ができない子が増え、人の心の動きが分かる本能が鍛えられません。また、挨拶ができない、「ありがとう」、「済みません」が言えない子が多くな

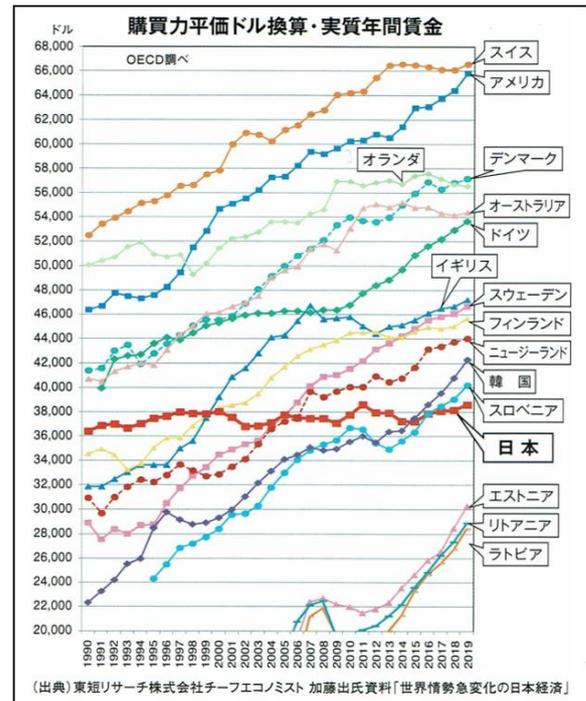
ってきています。このような子らは大人になっても、人とネゴができるようにはならないでしょうし、その結果、人が主役を演じる社会では重要な決定に参加できないことになってしまいます。すなわち、このような教育は一兵卒を作るためのもので、指揮官や参謀を作ることはできないものです。前の大戦後、日本を無毒化して役立てるために戦勝国が意図した日本改造計画の成果が見事に現れているのかも知れません。日本にはどこかの大国の番犬として役立つことが期待され、その線に沿って働く日本人が引き立てられて今の日本の構造が出来ました。そして今、日本人の大半はそのような結界の中に閉じ込められていることすら認識できず、その中の小さな平安と豊かさに満足しています。

近年の日本凋落の根本原因は、豊かになった日本の状態を単に維持するために、日本人全体が冒険を恐れ、超々保守的になってしまったことにあるような気がします。そして官僚的整合性、すなわち例えば研究開発においても、「成果をも詳述した計画書類でなければ裁可されず、そしてそれに完全に整合した成功報告を、たとえそれが似非であっても、しなければならぬ」という意識が無言のうちに支配的となりました。そしてマスコミがこれを後押し、また、責任回避に有用なこの方法が官僚のみならず研究者・教育者そして企業経営者をも洗脳してしまったようです。

未知のものに対する取組みは、その開始時において結論が分かっているはずはなく、解明しようとする対象の大局に向かって、作業の過程で得られていく情報を参照しながらその軌道を常に修正し、最大の成果を得ようとするものでなくてはならないはずですが、このような冗長性、軌道修正は現在許されないに等しくなっているようです。これは未知のものに対する物事の進め方の本道とは全く相反するような気がします。しかし日本人の大半は、現状の日本は未だに世界の技術大国であるのだと信じて、過ごしているようです。Japan as number one と言われていた豊かな時代の付けを払わされているのですね。

この本の出版は、このような現状に鑑み、長年、歯車技術に携わってきた歯車屋の目を見た日本の歯車技術衰退に対する憂い、新しい技術の提案をさせて頂くものです。日本再興への何某かの助力になればとの願いでもあります。

技術は人の生の質の向上に寄与するものでなくてはならず、それには脳の働きに対応する先端の IT 技術と、骨・筋肉の働きに対応する基盤技術の双方が重要で、そのバランスが取れていなくてはなりません。近年、基盤技術の代表である機械技術については、骨・筋肉を鍛える努力が全くなされない虚弱児童を作るような状況が進められています。本書はそれに対するなにがしかの抵抗でもあります。



「歯車屋の見た世界」 目次

まえがき	i
第1話 トランスミッションとある歯車屋の思い.....	001
第2話 トランスミッションと歯車	005
第3話 機械式動力伝達の基本	008
第4話 昔々の回転運動・動力の伝達	011
第5話 回転運動と動力の伝達（近世）	013
第6話 サイクロイド歯車.....	015
第7話 サイクロイド歯車とインボリュート歯車.....	018
第8話 歯形論と歯車.....	021
第9話 昔の歯車の歯の製法と圧力角	024
第10話 創成歯切り法の発明	027
第11話 歯車のホブ切り	030
第12話 かみ合う歯車の中心距離	033
第13話 駆動装置用歯車の問題点の解決	036
第14話 互換性・標準化のメリット・デメリット	039
第15話 転位歯車.....	043
第16話 高性能歯車加工技術	046
第17話 インボリュートはすば歯車（その1）	049
第18話 インボリュートはすば歯車（その2）	051
第19話 やまば歯車.....	054
第20話 インターナルギヤ（内歯車）	057
第21話 インボリュート歯車の歯面形状精度	060
第22話 歯車の精度と歯車の運転性能解析の基本.....	064
第23話 非平行軸間の回転運動・動力の伝達	067
第24話 ベベルギヤ（かさ歯車）	070
第25話 ベベルギヤの不条理と歯当たり管理	073
第26話 ベベルギヤ、ハイポイドギヤ、スピロイドギヤ、ウォームギヤ	076
第27話 フェースギヤと新種ベベルギヤ	079
第28話 コニカルギヤ.....	083
第29話 外形のゆがんだ歯車.....	086
第30話 歯すじのゆがんだ歯車.....	090
第31話 等速運動を伝達する歯車理論の飛躍	093
第32話 歯車のピッチ誤差、運転性能解析の序	096
第33話 動力の分岐と統合	100
第34話 遊星歯車装置.....	103

第 35 話	飛行機と遊星歯車装置	106
第 36 話	最新の航空機エンジン用遊星歯車装置	109
第 37 話	遊星歯車装置の特殊技術	112
第 38 話	乗用車用トランスミッション	115
第 39 話	HV 車 (Prius) 用トランスミッション (その 1)	119
第 40 話	HV 車 (Prius) 用トランスミッション (その 2)	123
第 41 話	AMT、シームレスシフト、IST	126
第 42 話	差動歯車装置	130
第 43 話	差動歯車装置の難しさ	133
第 44 話	日本の機械技術の現状	136
第 45 話	歯車変速装置の立ち位置	140
第 46 話	歯車強度の伝統的検討法 (歯の折損)	144
第 47 話	歯車強度の伝統的検討法 (歯面疲労)	147
第 48 話	歯車強度の伝統的検討法 (歯面の焼付き)	150
第 49 話	歯車強度検討法の国際規格	153
第 50 話	歯車損傷用語	156
第 51 話	歯車強度の伝統的検討法の問題点	159
第 52 話	歯面の損傷と応力体積	163
第 53 話	歯車における損傷の進行	166
第 54 話	機械部品用鋼材の製造と均一性	169
第 55 話	鋼材組織の不均一性と損傷事故	172
第 56 話	機械部品用鋼材の強化と硬い介在物	176
第 57 話	鋼の鍛錬と品質	180
第 58 話	硬さと強さ	183
第 59 話	鋼材品質に関する指標	186
第 60 話	歯車用鋼材の硬さのバラツキと内歯車	189
第 61 話	浸炭焼入れ後の鋼材品質	192
第 62 話	高周波焼入の問題	195
第 63 話	素材品質と高周波焼入後の品質	199
第 64 話	歯車損傷のトラブル シューティング	202
第 65 話	コンピューター利用の歯車強さ検討法の問題点	205
第 66 話	乗用車用トランスミッションギヤ歯面の剥離	208
第 67 話	被動歯車歯先エッジによる駆動歯車歯元歯面の攻撃	211
第 68 話	駆動歯車歯元の干渉損傷	214
第 69 話	摩耗粉の発生と歯面への付着	217
第 70 話	異物のかみ込みと油の劣化	220
第 71 話	扇形の歯面剥離の発生機構	223
第 72 話	かみ合いはずれ時に起こる損傷	226
第 73 話	歯先・歯元接触時の発熱と材料の軟化	229
第 74 話	大形歯車のトロコイド干渉と損傷	232
第 75 話	見える見えない (光と影)	235
第 76 話	見える見えない (照明角度、目の感度特性と焦点合わせ)	238

第 77 話	ギャノイズ	241
第 78 話	FF 化の促進とギャノイズ問題の顕在化、そして環境変化	244
第 79 話	ギャノイズの発生伝達メカニズム	247
第 80 話	バックラッシに起因する歯面分離による歯打ち音	250
第 81 話	かみ合い率とギャノイズ	253
第 82 話	ギャノイズ低減のための高歯化設計における課題	256
第 83 話	コンピュータプログラムの普及とスキルレス化の始まり	259
第 84 話	ギャノイズ低減のためのファインピッチ設計の落とし穴	262
第 85 話	暗騒音によるギャノイズのマスキング効果	265
第 86 話	かみ合い伝達誤差解析法の導入	268
第 87 話	モータースポーツと歯車	271
第 88 話	歯車屋が考える最適歯車諸元設計法	274
第 89 話	統計的処理による歯車精度管理	277
第 90 話	製造誤差に対してロバスト性を有する歯面修整形状	280
第 91 話	ギャノイズ起振力（メッシュフォース）とコンプライアンス	283
第 92 話	パワープラント共振と騒音振動現象	286
第 93 話	自動変速機と遊星歯車機構	289
第 94 話	遊星歯車機構のギャノイズの特徴	292
第 95 話	電気自動車のための高効率高減速歯車装置	295
第 96 話	電気モーターの進化と変速機の価値	298
第 97 話	デファレンシャル機構の功罪、高減速駆動系の問題	301
第 98 話	電気自動車（EV）に対応した歯車設計	304
第 99 話	これからの歯車新技術（1） 高性能化と製造の高効率化	307
第 100 話	これからの歯車新技術（2） 歯のエッジ処理	310
索引		315
あとがき		i

Contents of Small talks

Small talk 1	「誉」発動機と戦闘機.....	004
Small talk 2	同意味用語.....	007
Small talk 3	アッカーマン.....	014
Small talk 4	グラフィックデザイナーの描く間違った歯車.....	014
Small talk 5	明治日本の産業革命遺産 製鉄・製鋼、造船、石炭産業.....	017
Small talk 6	カミュの定理.....	020
Small talk 7	サイクロイド曲線とインボリュート曲線の媒介変数表示.....	020
Small talk 8	ニュートン法によるインボリュート関数の逆関数の計算.....	026
Small talk 9	工具刃先 R 部で創成される歯車歯元隅 R 部の形状の計算.....	029
Small talk 10	あるべき会社の姿.....	032
Small talk 11	優秀な技術者と並の技術者.....	038
Small talk 12	陰と陽.....	042
Small talk 13	塩野七生著「ローマ人の物語」より.....	045
Small talk 14	唯一、賞賛されたギヤノイズ.....	053
Small talk 15	誤差と偏差.....	063
Small talk 16	歯側端エッジ接触による損傷.....	063
Small talk 17	CAD データから歯車が出来るまで.....	082
Small talk 18	コニカルギヤを用いたフェースギヤ.....	085
Small talk 19	バリエブルギヤレシオステアリング.....	089
Small talk 20	風車用遊星歯車装置の内歯車の課題.....	108
Small talk 21	航空機用遊星歯車装置の効率.....	114
Small talk 22	自動車用歯車の設計要件.....	118
Small talk 23	ハイブリッド車駆動系に潜む問題.....	122
Small talk 24	プリウスのエンジンプレーキ.....	125
Small talk 25	1928 年製 BMW 初号車とその運転.....	129
Small talk 26	新構造の差動歯車装置、検討の要点.....	132
Small talk 27	差動遊星歯車装置の動力循環の計算.....	135
Small talk 28	2次元歯車を元にした強度計算.....	152
Small talk 29	真の損傷原因を突き止めるのがトラブルシューティング.....	158
Small talk 30	シャルピー衝撃値と曲げ疲労限度.....	162
Small talk 31	U 値と K 値.....	165
Small talk 32	過剰な浸炭焼入れ処理で生まれた硬化層内のマイクロクラック.....	175
Small talk 33	材料の強化機構.....	179
Small talk 34	不適切な浸炭焼入により発生した微細な割れ.....	179
Small talk 35	刀鍛冶.....	182
Small talk 36	規則盲従とマニュアル至上主義の弊害.....	188

Small talk 37	ビッカース硬さ	191
Small talk 38	異物のかみ込み圧痕.....	191
Small talk 39	中国製品と日本製品.....	198
Small talk 40	人間は自分が馬鹿であると言うことに気づけないほど馬鹿.....	198
Small talk 41	高周波焼入れの TTA 線図	201
Small talk 42	所詮、シミュレーションは仮想現実の世界	210
Small talk 43	日本の歯車産業発展のために	216
Small talk 44	エッジが接触しないようにうまく丸められた歯先落とし部の 2 度接触.....	222
Small talk 45	歯の側端に生じる凝着摩耗とそのメカニズム	228
Small talk 46	動力伝達をしたことによる歯面材料の変化	231
Small talk 47	人の目のオートフォーカス機能.....	237
Small talk 48	1970 年代のギャノイズ低減対策	243
Small talk 49	歯面修整形状とギャノイズ特性.....	249
Small talk 50	ギャノイズの「色即是空」	252
Small talk 51	レース用トランスミッション歯車のかみ合い損失	273
Small talk 52	最適歯車諸元設計における基本計算式.....	276
Small talk 53	モンテカルロ法	279
Small talk 54	プリウスのカウンタードライブギャウェブ面の長穴	285
Small talk 55	マセラティとストラディバリウス	288
Small talk 56	日本のエネルギー政策.....	297
Small talk 57	機械基盤技術に基づく新しい技術の創出	313

あとがき

私が日産自動車に入社した1980年には、北から東北大学、東京工業大学、京都大学、岡山大学、広島大学、九州大学など多くの大学で歯車の研究が行われて、毎年多くの研究成果が発表されていました。各企業も多くの歯車技術者や技能者を揃え、私の配属された中央研究所（現総合研究所）にも野球のチームが組めるほどの人財が集められていました。そんな中、歯車技術に関して全くの素人であった私は、歯車技術に精通された先輩諸氏の厳しい指導のおかげで、歯車技術を徐々に身に付けることができました。石の上にも3年という諺がありますが、歯車技術が3年で身につくわけでもなく、その後も他部署に配置転換することもなく、長い目で見てくれた当時の上司には感謝です。

久保先生が、会田俊夫先生や中田孝先生らから教えを受けられたように、私の世代は、久保愛三先生や故梅澤清彦先生らから学会や研究会でご指導を受けることができました。このことは、私の「歯車屋」としてのキャリア形成に大きく影響しています。

翻って現在の状況を見てみると、東北大学、東京工業大学、京都大学、広島大学からは歯車の研究室が消滅してしまい、研究を継続されている大学でも、歯車の研究に対する世の評価は低く、歯車の研究者を育てられない状況になっています。日産自動車の研究所での歯車研究の灯も私の定年退職とともに消えてしまいました。米国や欧州では、Return to basic という標語を掲げ、歯車研究の中心となる大学や研究機関が多くの資金やスポンサーを集めて、研究を継続、発展させているのとは大違いです。

製造業の輸出で稼いで、Made in Japan, Japan as number one と誇っていたのは一昔も二昔も前のこととなってしまいました。製造業を日本の基幹産業と位置付け続けるのであれば、疎かにしてきた歯車技術のような機械基盤技術研究を何とかして再興していきたいところです。本書を一読いただいた皆さんとこの憂いを共有し、歯車技術再興につながることをできればと考えています。

“憂い”ばかりを強調してしまいましたが、本誌の内容の大半は、機械工学の常識的基礎知識を述べています。また、歯車技術者を志す人にとっては、必ず知っておかなければならない、あるいは、知っておいて損はない知識として整理したものになっています。大学での通常授業では決して教わることのない実用書として本書を実務、自己啓発等に活用いただければ幸いです。

2019年、「歯車損傷大全：編著者久保愛三」が、公益財団法人応用科学研究所から出版されています。800ページを超える大作ですが、この編集にも携わらせていただきました。単なる歯車の損傷図鑑ではなく、大全として、歯車損傷に関してあらゆる方向から分析、解説されたもので、この編集作業を通して、ずいぶんと勉強させていただきました。さらに今回、本書の一部執筆と編集作業にも携わり、歯車技術の奥深さ、面白さを再認識した次第です。読者の皆様にも本書から歯車技術の面白さを感じていただき、歯車に興味を持っていただく一助になれば、この上ない喜びです。最後に、8年を超える連載をご愛読いただきました読者の皆様、また、本書を手に取り、ご一読いただきました皆様に感謝の意を表させていただくとともに、この連載と本書の出版にご尽力いただきました、株式会社三栄 鈴木慎一氏、野崎博史氏、萬澤龍太氏、松井亜希彦氏に久保愛三共々深く感謝し、お礼申し上げます。

2022年9月 森川 邦彦