



京機短信

KEIKI short letter

No.397 2024.10.04

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

- ・ 2024 Formula SAE Japan大会報告……長濱龍矢 (pp.2-3)
- ・ series 研究最前線 (19) 乱れた流れを小さいスケールから操る……渡邊智昭 (pp.4-8)
- ・ 文政/令和・江戸/東京散歩(その4) 大名屋敷(前編)……藤川卓爾 (pp.9-13)
- ・ 1975年入学者・1979年卒業者 同期会開催報告……坂口保彦 (p.14)

9月9日(月)～14日(土)に開催された学生フォーミュラ日本大会2024での
京都大学フォーミュラプロジェクトKARTの結果報告をご覧ください。



2024 Formula SAE Japan 大会報告

京都大学フォーミュラプロジェクトKART 長濱龍矢



学生フォーミュラ日本大会 2024 の動的審査が開催され無事大会のすべての日程が終了いたしました。昨年度までは静岡県小笠山総合運動公園エコパで行われておりましたが、今年度から愛知県 Aichi Sky Expo に会場が変更され、初めての会場で戸惑うことも多かったです。事前に練った計画が功を奏し、スムーズに進行することができました。弊チームは総合 7 位という結果となりました。

2 日目の技術車検においては事前に対策をしっかりしていったおかげでスムーズに合格でき、日本チームでは初となる ETC 車検（電子制御スロットルの搭載に必要な車検）にも合格いたしました。

そして3日目にはオートクロス（複合コースによる車両総合性能を競う種目）、スキッドパッド（2 つの定常円を旋回し車両の旋回性能を競う種目）、アクセラレーション（直線を走り加速性能を競う種目）の 3 つの審査に出走いたしました。今回の走行はドライバーにとって初めての会場での挑戦となり、コースの特性を把握することが極めて重要でした。限られたコースウォークの時間でドライバーは実際の走行をシミュレーションしながら、頭の中にコースレイアウトや走行ラインをしっかりと叩き込む作業を行いました。また待機列の動きにも注視し、当日の動きに対し計画を練り挑みました。この働きが功を奏し、昨年度と異なり確実にすべての種目に出走することができ、タイムを残すことができました。

そして迎えた大会最終日、私たちは午前の枠でエンデュランス審査（車両の総合性能と耐久性能を競う種目）に出走いたしました。耐久走行という面で弊チームの車両は、以前から冷却性能に関して不安を抱えており、今回のエンデュランス審査でもその点が最大の課題となっていました。審査の前日に行われた最終ミーティングでは、冷却性能に問題が発生した際の対応策を入念に検討しました。ドライバーたちの動きや想定されるトラブルに対する対処方法について、細かいシミュレーションを重ねました。具体的には、温度が上昇した場合の運転スタイルの変更や走行中に発生しうる異常を事前に察知し、速やかに対処するための手

順を確認しました。加えて、全体の戦略として、冷却問題を最小限に抑えるためにどのようにペースを調整するか、そしてチーム全体で連携して万が一の事態に迅速に対応できる体制を整えました。また、当日は会場にたくさんの方が応援に駆けつけてくださり、私たちにとって大きな力となりました。出走後、前日のミーティングでシミュレーションした通り、走行中に冷却性能に問題が生じた際には、搭載されているインパネに温度や警告メッセージを表示し、ドライバーに適切なタイミングで情報を提供するシステムを活用しました。また、サインボードを使ってチームピットからもペース調整の指示を出すことで、ドライバーが冷静に状況に対応できるようサポートしました。結果としてチーム全体で協力し、冷却性能を保ちながら無事に完走を果たしました。

以上の結果、目標として掲げていた総合優勝は果たせませんでした。すべての種目に出場し総合 7 位という結果となりました。

今年度応援して下さった皆様には、ご期待を裏切るような形になってしまい申し訳なく思っております。今回得られた課題を確実に解決していき、次回の大会で良い結果が残せるようにチーム一同励んでまいります。

最後になりましたが、一年間温かいご声援、ご支援をくださいましたスポンサー、サポーター、OB・OG、先生、技術職員の皆さんには心より感謝申し上げます。この活動を通して学んだことを糧にして、また来年良いご報告ができますよう、KARTは活動してまいります。これからも KART の挑戦にどうか変わらぬご期待をくださいますよう、心よりお願い申し上げます。

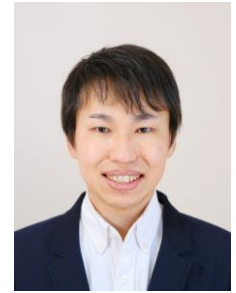
得点

Cost	70.85(4位)
Presentation.....	34.61(52位)
Design.....	123.00(7位)
Acceleration.....	55.11(14位)
Skid Pad	49.74 (13位)
Autocross	90.93(18位)
Endurance	205.51(7位)
Efficiency.....	7.55(23位)
Total.....	637.30(7位)

series 研究最前線 (19)

乱れた流れを小さいスケールから操る

渡邊智昭 (H23/2011 卒)



「小スケール乱流運動の不安定性は流れの制御に利用できるか？」

1. はじめに

私は流体力学を専門としており、特に乱流と呼ばれる不規則な流れの研究に注力しています。大気や海などの自然環境、さらには工業製品に見られる流れのほとんどは乱流です。乱流の特性は熱や物質の拡散といった現象において中心的な役割を果たします。もし私たちが乱流を意図的に制御し、その挙動を望ましい方向へと誘導できれば、関連する機器の効率を大幅に向上させることが可能となり、環境中の流れなどもより良く管理できるようになります。

乱流は大小さまざまなスケールの流体運動を伴う複雑な現象です。この流れの中で運動エネルギーの大部分は大スケールの運動によって支配されていますが、エネルギーは次第に小スケールへと伝達され、最終的には粘性により熱として散逸します。乱流の大スケール運動はその生成過程に依存して異なる特性を持ちますが、小スケールの流体運動は普遍的な性質を有しています。私の研究では、乱流の小スケール運動に焦点を当て、風洞実験やスーパーコンピュータを用いた大規模数値シミュレーションを通じて、乱流のより普遍的かつ効率的な制御手法の確立を目指しています。この記事では、最近の研究で明らかになった乱流の微細せん断層の不安定性について紹介します[1]。

2. 小さいスケールのせん断運動

異なる速度を持つ平行な流れの間に形成されるせん断層は、特定の波長の擾乱に対して非常に不安定であり、その結果として渦が生成されます。この現象はケルビン・ヘルムホルツ不安定性として知られ、大気中で見られる波上の雲の形成などにも影響を与えます。このような擾乱に対するせん断流れの不安定性は、流れの制御において活用されてきました。

乱流中においても、不規則な速度変動が小規模なせん断領域を形成します。平行なせん断流と同様の不安定性が乱流内部のせん断領域に存在すれば、乱流を小さいスケールから操作する技術に応用できるかもしれないと考え、速度変動に起因するせん断運動の解析方法を研究してきました。具体的には、速度勾配テンソルからせん断成分を抽出し、そのノルムを用いてせん断運動の強さを評価することで乱流中のせん断領域を同定することに成功しました[2]。

図1は、直接数値シミュレーション（流れの支配方程式であるナビエ・ストークス方程式を乱流モデルを使わずに解く手法）によって得られた一様等方性乱流中の強いせん断領域の可視化を示しています。図中の灰色はせん断領域を、橙色は旋回の強い渦領域を表しています。この可視化から、強いせん断が層状の領域に微細せん断層として集中していることが明らかにされました。

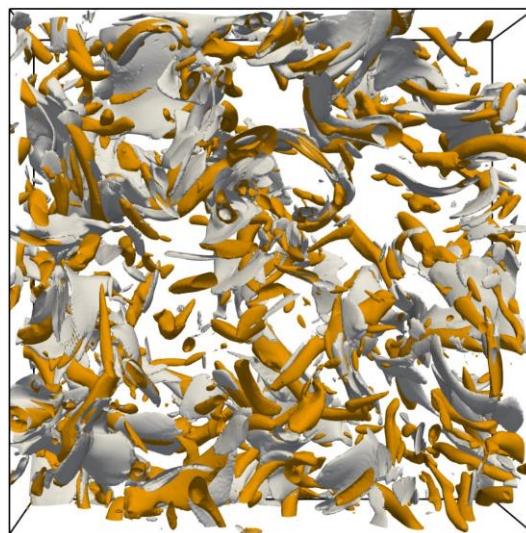


Fig. 1 せん断（灰色）および旋回（橙色）を伴う領域の可視化

3. 微細せん断層の擾乱応答

数値シミュレーションにより観察された多数の微細せん断層周りの流れ場に対して統計解析を実施し、微細せん断層の平均的な特性を評価しました。これらの層の厚さは、乱流の最も小さい運動を表すコルモゴロフスケールの約4倍であることがわかりました。また、微細せん断層の統計的特性は、レイノルズ数や流れ場に関わらず普遍的であることも確認されています[3,4]。

この結果を基に、微細せん断層周りの平均速度分布からモデルを構築し、擾乱に対する応答の数値シミュレーションを行いました。Fig. 2に微細せん断層モデル

の時間発展を示します。有限のアスペクト比を持つ微細せん断層は擾乱が存在しない場合 (Fig. 2a) でも不安定であり、層の巻き上がりにより管状の渦を生成します。層厚みの約12倍の波長を持つ擾乱が渦度の増幅を伴う渦生成を最も促進し (Fig. 2b)、一方でより大きな波長の擾乱は不安定性による渦生成を遅らせることがわかりました (Fig. 2c)。

直接数値シミュレーションを用いて、乱流内の微細せん断層が擾乱にどのように反応するかを調査しました。微細せん断層の厚みの代表値とそのモデルの擾乱応答解析から、層の不安定化を促進する波長はコルモゴルフスケールの約30倍と見積もられます。一様等方性乱流の速度場 $u(x)$ に次式で表される波長 λ の擾乱を加えたものを初期条件として乱流の発達を解析します。

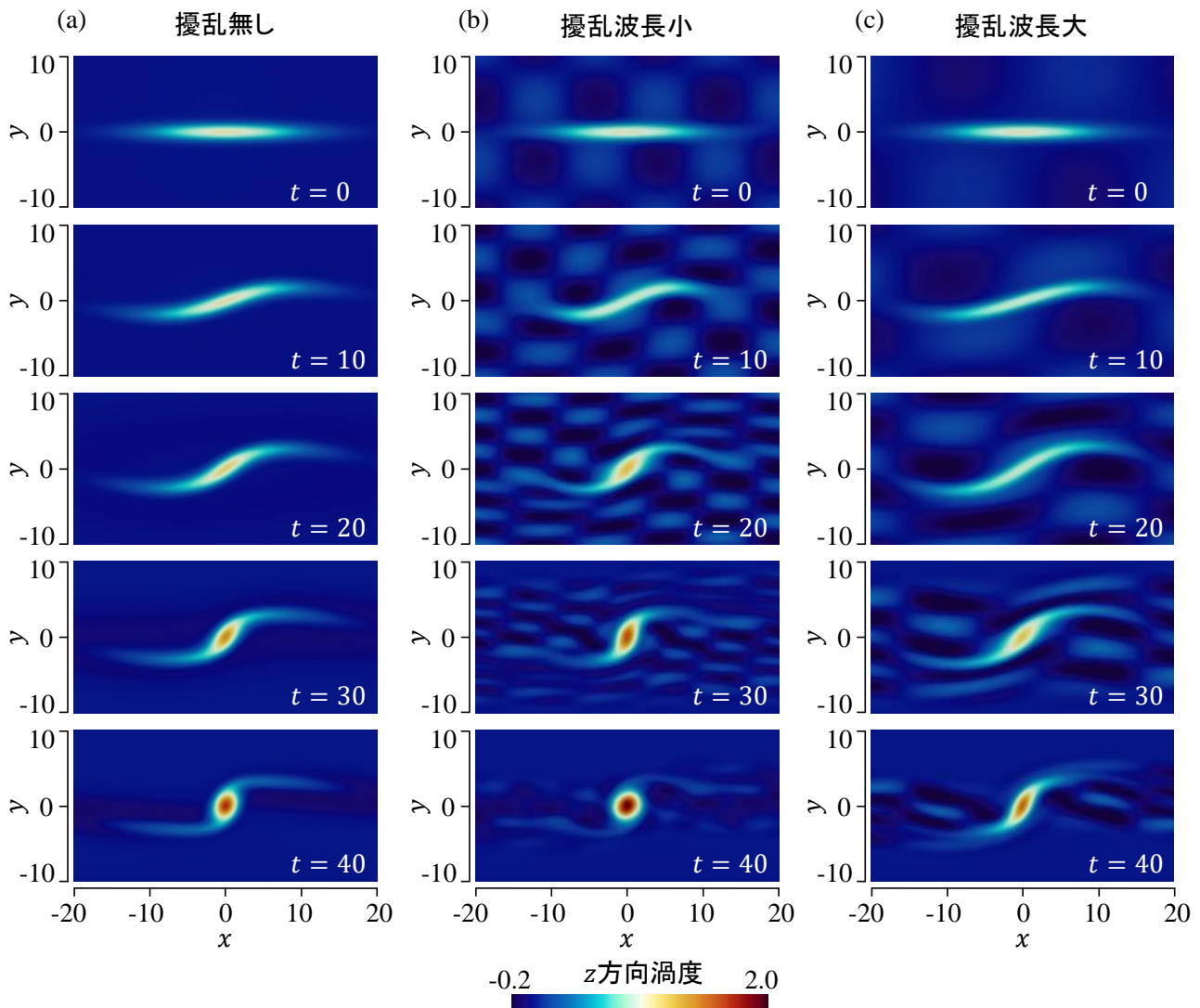


Fig. 2 微細せん断層モデルの時間発展

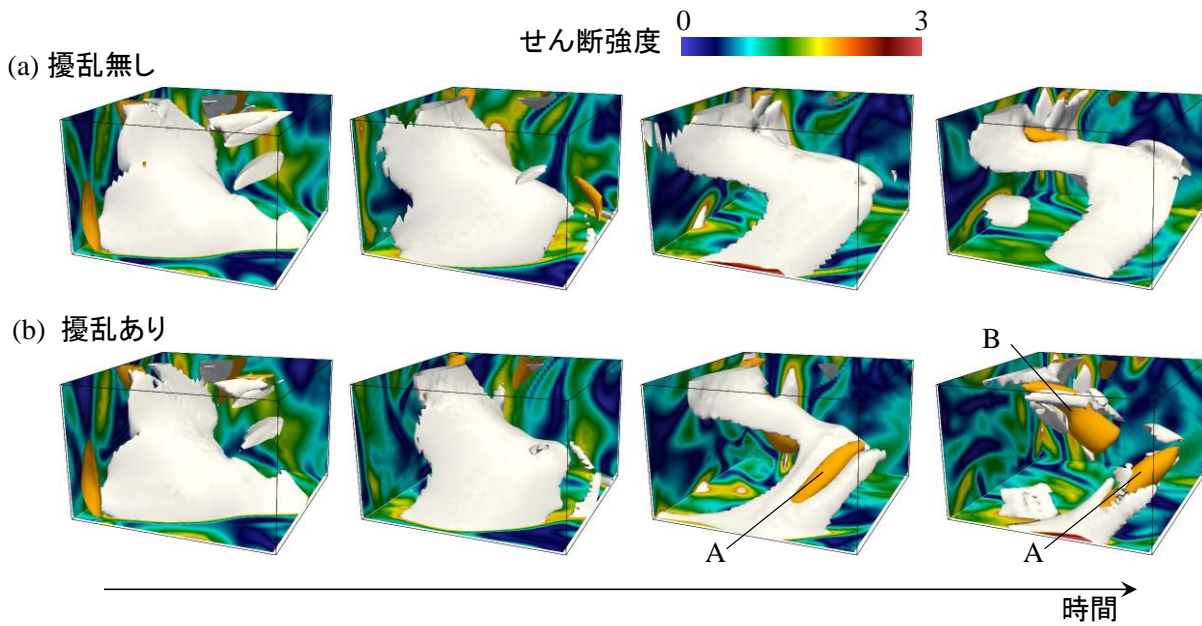


Fig. 3 一様等方性乱流中の微細せん断層の時間発展

$$\mathbf{u}_p = [u_f \sin(2\pi y/\lambda), u_f \sin(2\pi z/\lambda), u_f \sin(2\pi x/\lambda)].$$

振幅 u_f はコルモゴロフの速度スケールと同程度に設定しました。Fig. 3に示されるように、擾乱を加えない場合、微細せん断層（灰色）はその形状を変えつつも崩壊することなく発展します。しかし、不安定性を促進する擾乱を加えた場合、層は崩壊し、その内部から管状渦（橙色A, B）が現れました。このような擾乱を加えることで、乱流内の管状渦の数は最大10%近く増加しました。この渦の増加は、不安定性と無関係な波長の擾乱では生じませんでした。また、乱流の小スケール運動が保有する運動エネルギーが少ないため、微弱な擾乱でも不安定性を促進する効果が得られています。

4. おわりに

本稿では、乱流の小スケール流体運動によって形成される微細せん断層の不安定性に焦点を当てた研究を紹介しました。数値シミュレーションを通じて、コルモゴロフスケールの約30倍のスケールの擾乱が微細せん断層の不安定化および渦の生成を促進することが明らかになりました。微細せん断層は流れ場の種類によらない普遍的な特性を有しており、これを利用して乱流の小スケール流体運動を効果的に制御する手法を確立できる可能性があります。特に、噴流や境界層な

ど、時間とともに空間的に発達する乱流に対して微細せん断層を不安定化させる擾乱を加えることにより、乱流の空間発達率が増加し流体の混合が促進されることも明らかにされています[5]。この微細な擾乱による乱流の変調は、工業機器内の流れを効率的に制御する手段として、また、人間生活や産業活動と密接に関連する微気象環境下の流れの制御にも役立つ可能性があります。

参考文献

- [1] Watanabe, T., & Nagata, K. (2023). The response of small-scale shear layers to perturbations in turbulence. *Journal of Fluid Mechanics*, 963, A31.
- [2] Nagata, R., Watanabe, T., Nagata, K., & Da Silva, C. B. (2020). Triple decomposition of velocity gradient tensor in homogeneous isotropic turbulence. *Computers & Fluids*, 198, 104389.
- [3] Hayashi, M., Watanabe, T., & Nagata, K. (2021). Characteristics of small-scale shear layers in a temporally evolving turbulent planar jet. *Journal of Fluid Mechanics*, 920, A38.
- [4] Hayashi, M., Watanabe, T., & Nagata, K. (2021). The relation between shearing motions and the turbulent/non-turbulent interface in a turbulent planar jet. *Physics of Fluids*, 33, 055126.
- [5] Watanabe, T. (2024). Efficient enhancement of turbulent entrainment by small-scale shear instability. *Journal of Fluid Mechanics*, 988, A20.

Profile

京都大学大学院工学研究科機械理工学専攻環境熱流体工学研究室 准教授

1988年、岐阜県土岐市に生まれる。2011年、名古屋大学工学部機械・航空工学科を卒業。2013年に同大学機械理工学専攻修士課程修了。2014年、同博士後期課程修了後、博士号取得。2015年から名古屋大学院工学研究科助教。2021年より同准教授。2024年より現職。

研究室HP <https://www.eftel.me.kyoto-u.ac.jp/>

文政/令和・江戸/東京散歩（その4） 大名屋敷（前編）

藤川卓爾（S42/1967卒）

江戸城の周りには大名屋敷が建てられていた。江戸時代には石高1万石以上の所領を幕府から禄として与えられた藩主が大名と呼ばれた。全国各地の大名は2年ごとに江戸に参勤交代を行った。その際の江戸の住まいを大名屋敷や藩邸、江戸屋敷と呼ぶ。江戸の大名屋敷は、上屋敷、中屋敷、下屋敷の3つに分けられる。

上屋敷は江戸城への登城の関係から江戸城に比較的近い位置に立地しており、大名家の家族が住んでいた。中屋敷は上屋敷が焼失した場合の避難所として、また通常は隠居した藩主や世継ぎの住居として利用された。下屋敷はその立地条件から、国元物資の貯蔵庫、狩猟場、藩主の別荘として使用されることが多かった。本稿（その1）に記したように、この地図では上屋敷は家紋、中屋敷は■、下屋敷は●で表示されている。

一般に城下町は武家地、寺社地、町人地から成り立っているが、江戸は武家地が全市域の7割弱を占め、さらにその半分を大名屋敷が占めたとされる[1]。

大名には格付けがあって、将軍家との親疎関係から親藩、譜代、外様に分けられていた。

親藩とは、徳川家の一門（親族）が当主である大名家のこと。譜代大名は関ヶ原の戦い以前から徳川家の家臣だった者が当主となった大名である。外様大名はそれ以外の大名のことで、関ヶ原の戦い以降はすべての大名が徳川家の支配下に置かれることとなった。

大名屋敷の配置についても、将軍家に近いものほど江戸城の近くにあった。

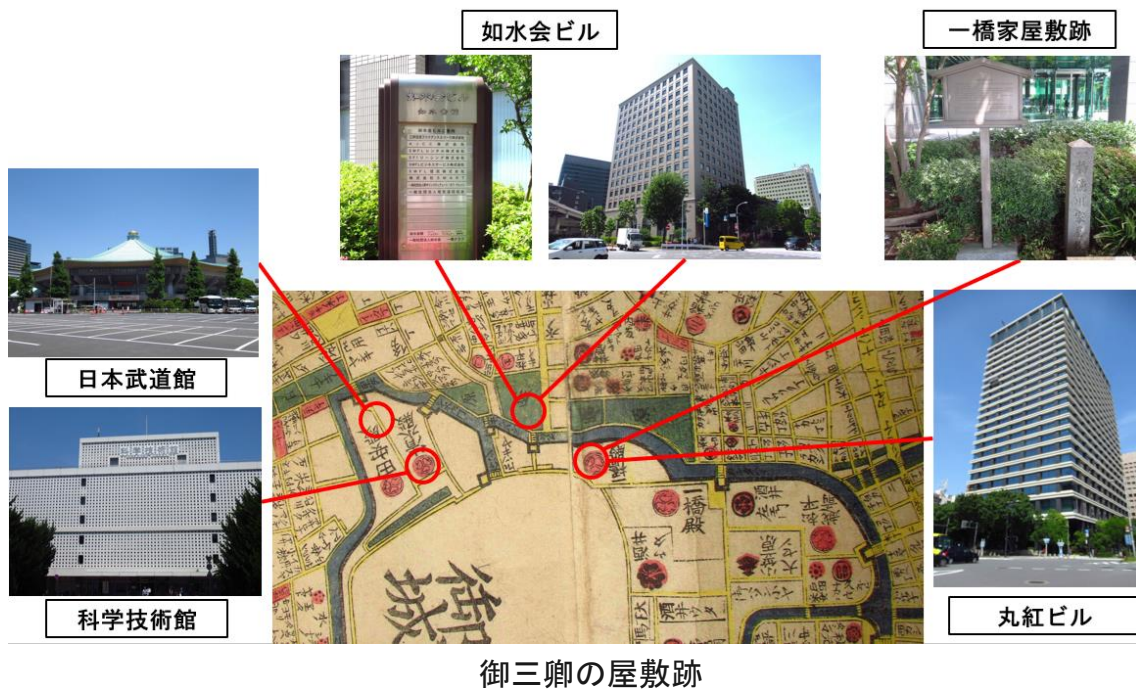
徳川御三家とは徳川氏のうち宗家たる将軍家に次ぐ家格を持ち、徳川の名字を称することを認められていた3つの分家で、徳川家康の男子を始祖とする尾張徳川家、紀伊徳川家、水戸徳川家を指す。

また、御三卿とは江戸時代中期に創立された徳川将軍家の一門で、田安徳川家、一橋徳川家、清水徳川家である。御三卿は8代将軍吉宗が次男（田安家初代）、四男（一橋家初代）へ江戸城内に屋敷を与えたことに始まり、その後、9代将軍徳川家重が次男（清水家初代）へ屋敷を与えた。御三卿は、将軍家の家族として

位置づけられていたため、御三家や大名とは異なる特徴をもっていた。御三卿の居住する屋敷は江戸城内に与えられ、その家臣の多くも幕府からの派遣であった。

田安家と清水家の屋敷は江戸城北の丸の田安御門と清水御門の内側にあった。現在は北の丸公園になっており、日本武道館が建っている。清水家の跡には科学技術館が建っている。一橋家は一橋御門の内側にあった。一橋家の屋敷があったところには現在丸紅ビルが建っていて、その一角に屋敷跡の石碑と説明板がある。

一橋御門の外側は古地図では「原」と書かれている火除地であったが、明治18(1885)年になって一橋大学の前身である東京商業学校がこの地に移転してきた。その後、東京高等商業学校と改称、東京商科大学に昇格、関東大震災の後に国立と小平に移転したが、戦後学制改革で新制大学となり学生の公募で移転前の地名をとって一橋大学と改称した。現在この跡地には如水会ビルが建っている。如水会は一橋大学の同窓会でこの名称は、故渋沢栄一翁が礼記にある「君子交淡如水」より命名されたものである。



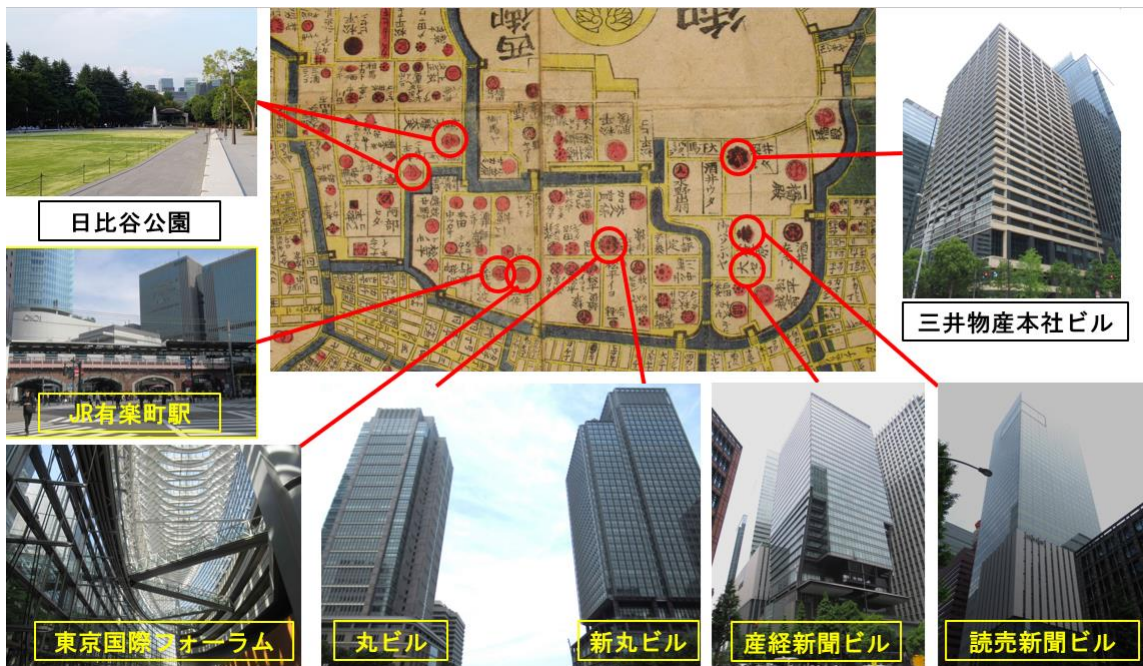
一橋家の隣の大手御門前には播磨姫路城主酒井雅楽頭の上屋敷があった。現在は三井物産本社が建っている。その隣は豊前小倉城主小笠原家の上屋敷があった。現在は読売新聞と産経新聞の本社が建っている。

現在は緑地となっている皇居外苑には会津城主松平肥後守や武蔵忍城主松平下総守、岩見浜田城主松平周防守などの譜代大名の上屋敷があった。

現在の丸の内のオフィス街や東京駅から有楽町駅への鉄道が走っている場所には多くの大名屋敷が並んでいた。万延・文久年間には現在丸ビルが建っていると

ころは備前岡山城主松平内蔵頭、新丸ビルが建っているところには播磨竜野城主脇坂淡路守の上屋敷があった。文政 13 年（天保元年）のこの地図では伊豫松山城主松平伊豫守の上屋敷となっている。ちなみに新丸ビルの 10F には京都大学東京オフィスがある。

現在東京国際フォーラムがあるところは平成 2（1990）年に新宿に移転するまで東京都庁があった。ここには土佐高知城主松平土佐守（山之内家）の上屋敷があった。その隣の JR 有楽町駅の辺りには阿波徳島城主松平阿波守（蜂須賀家）の上屋敷があった。



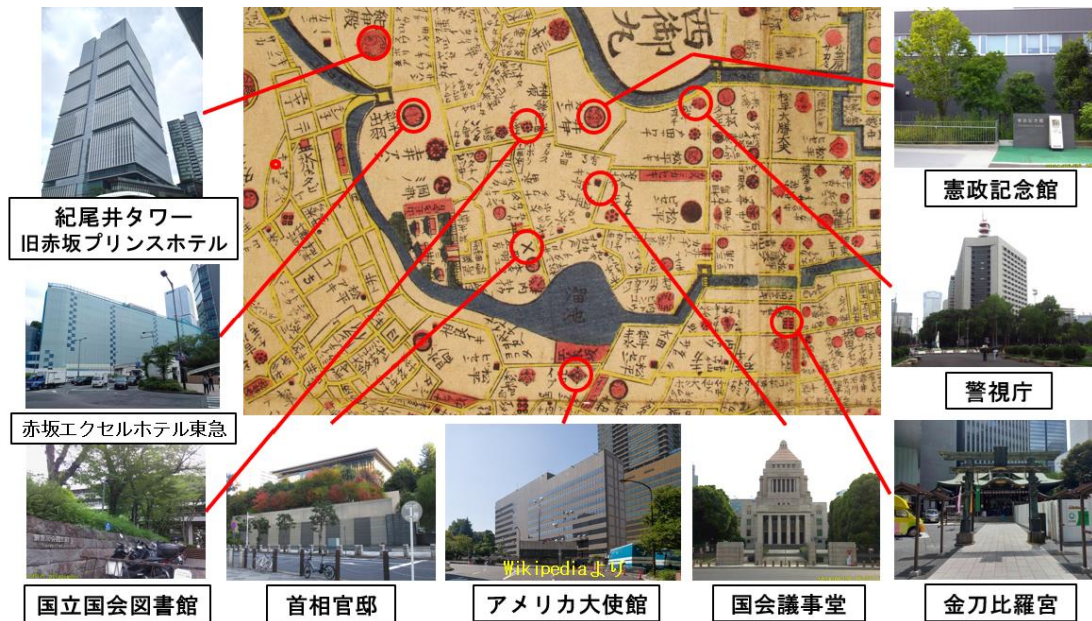
大手町・丸の内・日比谷の大名屋敷跡

現在警視庁があるところには豊後杵築城主松平河内守の上屋敷があった。憲政記念館のところには近江彦根城主井伊掃部頭の上屋敷があった。本稿（その 1）に書いたように、万延元（1860）年 3 月 3 日、幕府大老井伊直弼が登城中に桜田門外で水戸藩脱藩士によって暗殺された。井伊家の上屋敷から桜田門までは 500 メートルにも満たない至近距離である。

虎ノ門付近では、現在の金比羅宮のところは讃岐丸亀城主京極長門守の上屋敷、アメリカ大使館のところは常陸牛久城主山口伊豆守の上屋敷があった。国会議事堂のあるところは安藝廣島城主松平安藝守の中屋敷、首相官邸のところは岩代二本松城主丹羽左京大夫の上屋敷があった。ちなみに二本松藩 5 代藩主丹羽高寛は居城の城門石に、「爾の俸爾の禄は民の膏、民の脂なり 下民は虐げ易きも上天は

欺き難し」と刻ませた。これは「戒石銘」と呼ばれて現在も残されている。

現在国立国会図書館のあるところは肥後宇土城主細川豊前守（中務大輔）の上屋敷があった。赤坂エクセルホテル東急（現在改装中）のあるところには出雲松江城主松平出羽守の上屋敷があった。紀尾井町は紀州徳川家、尾張徳川家、井伊家の屋敷があったところである。現在、紀州徳川家中屋敷跡には紀尾井タワー（旧赤坂プリンスホテル）が建っている。



桜田門・虎ノ門・永田町・紀尾井町の大名屋敷跡

霞が関一丁目交差点付近にある「霞が関跡」の標柱には、「霞が関は奥州街道の関門で武蔵の国にあったと伝えられている。その場所は西に高台があり、東に水辺を望むと言われているが正確な場所は分かっていない。」とある。この地図では霞が関一丁目交差点の南西部の外務省のあるところに「カスミガセキ」と記されている。付近には、黒田、浅野、上杉、真田と言った有力外様大名の屋敷があった。諸官庁所在地に屋敷を構えていた諸大名は次のようである。

法務省	羽前米澤城主	上杉弾正大弼
農林水産省	磐城中村城主	相馬長門守
経済産業省別館	信濃松代城主	真田伊豆守
国土交通省、総務省	安藝廣島城主	松平安藝守（浅野家）
外務省	筑前福岡城主	松平備前守（黒田家）
財務省	丹後宮津城主	松平伯耆守
文部科学省	日向延岡城主	内藤備後守



霞が関官庁街



霞が関官庁街の大名屋敷跡

[1]羽生冬佳・渡邊貴介・十代田朗「江戸における大名屋敷の立地特性と都市及び庶民生活への影響に関する研究」、2001年度第36回日本都市計画学会学術研究論文集、(2001)

1975年入学者・1979年卒業者 同期会開催報告

坂口保彦（S54/1979卒）

8月31日にホテルグランヴィア京都で1975年入学者、1979年卒業者の同期会を15年ぶりに開催しました。

当初、遠方からを含む29名の参加予定でしたが、あいにくの台風10号の影響により交通機関が大きく乱れることが予想されたことから、急遽規模を縮小し、来れる者だけの開催としました。当日は交通機関がほぼ通常運転でしたので、10名の参加となりました。

15年ぶりの開催で少人数だったこともあり、ゆっくり歓談することができ、盛り上がりました。

台風で急遽参加できなかった方々が多数おられたことから、再度開催を計画することになりました。

