

# 2025 年度 同志社大学ハリス理化学研究所研究発表会 講演予稿集

日 時 2025 年 11 月 1 日 (土) 13:00~17:00  
場 所 同志社大学 京田辺キャンパス 恵道館

## 目 次

### ◆ 研究助成金 研究成果発表 ◆

#### 恵道館 KD202

自動車運転過失致死傷罪における予見可能性の考え方に基づく  
自動運転車の安全性評価におけるシナリオ統合に関する研究

中川 正夫 1

準ミリ波帯アンテナ統合モジュールのための広帯域フィルタリングアンテナの積層設計

大平 昌敬 3

月面上でのその場資源利用を指向した電解プロセスの開発

鈴木 祐太 5

科学非関心層を含めた科学コミュニケーションにおける商業テレビの有効性

榎 太一 7

A Correlational Investigation of Naturism in the Home and  
Adult Mental Health in Germany and Spain

Philip TROMOVITCH 10

細胞内で合成／分解される主要なシグナリング分子である  
環状アデノシンリン酸を可視化する蛍光プローブ

齋藤 直人 13

#### 恵道館 KD203

流れの曲率効果の座標変換に対して共变的な応力モデリング

稲垣 和寛 14

ゴール型ボールゲームのプレイヤー定量・定性評価 -ルールとの関係-

田附 俊一 16

台湾の日本語世代：複数の教育言語を生きたナラティブ

窪田 光男 17

|                                   |       |    |
|-----------------------------------|-------|----|
| イオン液体は帯電するのか：帯電列におけるイオン液体の位置を決定する | 遠藤太佳嗣 | 18 |
| アミノ酸を基盤とする温度応答性スマートゲルの開発と高強度化     | 古賀 智之 | 19 |
| 酵素型錯体触媒の開発                        | 人見 穰  | 20 |

## 自動車運転過失致死傷罪における予見可能性の考え方に基づく

### 自動運転車の安全性評価におけるシナリオ統合に関する研究

中川 正夫

交通事故死傷者数の削減、渋滞の解消によるスムーズな交通の実現、物流における人手不足の解消、高齢者の移動手段の確保などの観点から、自動運転車の実現が期待されている。

安全性の担保にあたり、従前の自動車であれば人間のドライバの運転操作に対して車両が正しく応答することを確認すればよかった。しかし、自動運転車では人間ドライバにシステムが代わり認知・（予測）・判断・操作といった運転操作を行うことから、遭遇しうる全ての交通場面において正しく安全を確保できるかを確認する必要がある。

自動運転車には、「運行設計領域内（ODD: Operational Design Domain）において自動運転システムが引き起こす人身事故であって合理的に予見される防止可能な事故を起こさないこと<sup>1, 2)</sup>」, 「有能で注意深い人間ドライバと同等かそれ以上に安全であること<sup>3)</sup>」が求められている。その安全性評価について、フレームワークが国際連合欧州経済委員会自動車基準調和世界フォーラム（WP29）をはじめとした会議体で協議されているシナリオに基づいて評価することが合意されたが、実際の運用にあたり前提や認識の齟齬が課題となっている。また、安全基準との関係性も明確ではない。

そこで、本報では世界中のシナリオに関する研究を俯瞰するとともに、安全の基準となる人間ドライバに関して考察した先行研究の成果<sup>4-6)</sup>を踏まえたシナリオ統合に関する考察を行った。

個人所有車両やMaaS<sup>7)</sup>など、様々な自動運転車のアプリケーション並びにそれに応じた様々な ODD との組み合わせが想定され、それぞれに応じて必要なシナリオカタログが異なると考えられる。

シナリオは、「行程において遭遇しうる一連の交通事象」と定義<sup>8)</sup>されている。通常想定される対象並びにその挙動または道路状況である nominal scenario, 異常なまたは予期しない対象並びにその動作または道路状況である critical scenario, 自動運転システムが動的運転タスク全体を実行する能力を損なうシステム障害をきたした failure scenario の3つに分類される。

自動運転車の安全性において、評価の公平性や妥当性を画一的に担保するためには、様々なシナリオカタログをうまく統合し、アプリケーションに応じて適切なシナリオを選定する体系化が必要である。一方で、WP29 においても議論が十分に進んでおらず、体系化に向けた研究なども行われていない。

シナリオの選定においては、網羅性が課題となる。各シナリオカタログでは網羅性担保の試みを行っているが、それぞれに課題も有している。

Safety pool では、様々なデータソースの統合により網羅性の担保を目指しているが、ODD とシナリオとその網羅性の関係性が不明確である。

また、Street wise では公道において計測されたデータから得られた PDF を統計的手法により外挿することで網羅性を担保することを目指している。しかし、そもそもタグ付けが行われないとシナリオとして定義されず、公道における計測では事故が起きない範囲で計測されたデータしか存在しない（つまり、nominal scenario のみ）。critical scenario 相当の計測並びにその確率密度が行えていないために、外挿による推定の確からしさを証明できていないと考えられる。

さらに、SAKURA プロジェクトでは、物理原則に

従い、論理的にシナリオを構築することで網羅性の担保を試みている。critical scenario のみを対象として自車と他車の1対1関係のみを整理したものであり、周りの複数の車両との関係性を考慮すると組み合わせ爆発が生じる。また、ODD との関係づけなどもなく、シナリオの確率密度の推定などもない。あくまでも、衝突の有無の境界を整理したものであり、nominal scenario から critical scenario へ変遷する一連の流れなどは考慮できていない。

なお、自動運転車に「有能で注意深い人間ドライバーと同等かそれ以上に安全であること」を求めるのであれば、そうした人間ドライバーが文脈の変化に気づくトリガーポイントにおいてシナリオ並びにPDFを切り替えるべきである。このことからODDにおける場所とそのシナリオが発生しうるその確率密度関数(PDF: Probability density function)の対応付けを行う必要があり、Safety poolにおけるODDとの関連付けとStreet wiseの考え方を関係づけて定義すべきと考えられる。

人間ドライバーの場合、「通常全く予想できないもの」を予見することまでは求められない<sup>9)</sup>が、人の存在を窺わせる具体的事情<sup>10)</sup>や標識などにより<sup>11)</sup>、予見すべき義務が生じる。

自動運転の機能と走行する場所において遭遇する交通場面とその対応の難しさには関係があり、自動運転においてODDを設定する場合には、当然場所並びに時間に紐づくシナリオが考慮されると考えられる。したがって、シナリオの発生確率には場所と時間も関係があり、同じ場所であっても時間帯によってPDFが変わり、logical scenarioで想定する範囲が変わると考えられる。また、その境界は自動運転車に求める安全性にも関連し、人間ドライバーに求められる予見可能性の考え方が参考になると考えられる。

以上より、自動運転車の安全性評価において、世界中で研究されているシナリオカタログを共通の観点でまとめるにあたり、予見可能性並びにPDFに着目した。本報で提案するシナリオ統合の考え方をFig. 1にまとめる。なお、ここではnominal scenarioとcritical scenarioのみに対して、Safety poolのフレームワークを基本にSAKURAプ

ロジェクトの知見よりabstract scenarioとして網羅的なパラメータの組み合わせを定義し、それらのパラメータの組み合わせに対して、nominal scenario, critical scenarioごとにPDFを推定し、logical scenarioを定義する。

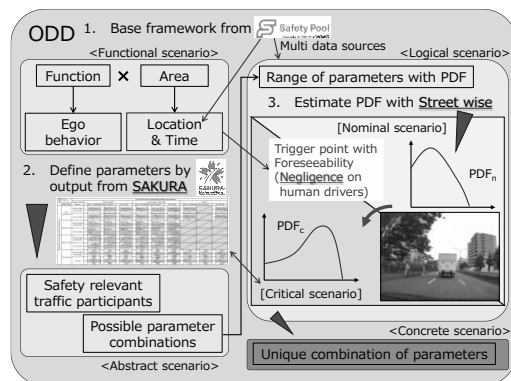


Fig.1 Organized flow in this study.

#### <参考文献>

- 1) 国土交通省, “自動運転車の安全技術ガイドライン”, (2018)
- 2) UNECE, “ECE-TRANS-WP29-2019-34-rev.1”, (2019)
- 3) UNECE, “ECE-TRANS-505-rev.3-add.156”, (2021)
- 4) 中川正夫, “自動運転の規範となる人間ドライバーの過失認定に係る考え方の整理”, 交通安全環境研究所 2023 フォーラム, 13, pp.1-2 (2023).
- 5) 中川正夫, “裁判例の分析による過失要件と自動運転車の社会受容性に関する研究”, 交通安全環境研究所講演会, 7, pp.35-38 (2021).
- 6) 中川正夫, “自動運転車の社会受容性に関する研究<事故判例の分析から>”, 交通安全環境研究所 2020 フォーラム, 13, pp.1-2 (2020).
- 7) 中村文彦, 外山友里絵, 牧村和彦, MaaS がよくわかる本, (秀和システム, 東京, 2022)
- 8) UNECE/WP29/GRVA, “GRVA18-50”, (2024)
- 9) 広島高判昭 57.2.25
- 10) 奈良地判平 28.2.25
- 11) 津地裁判令 4.4.6

# 準ミリ波帯アンテナ統合モジュールのための 広帯域フィルタリングアンテナの積層設計

大平 昌敬

## 1. はじめに

移動体通信システム向けの準ミリ波回路では、高周波化に伴う伝送損失の増大が大きな課題となっている。そのため複数の回路とアンテナとを一体化するアンテナ統合モジュールが求められている。その一つにアンテナとバンドパスフィルタ（BPF：Bandpass Filter）を一体設計するフィルタリングアンテナがある[1]。比帯域幅 10%を超える準ミリ波帯の広い帯域をカバーするには、共振器間には強い結合、放射素子には低い放射 Q 値が要求され、単層構造で実現するのは困難である。

本研究では、誘電体多層基板を用いた 26 GHz 帯広帯域積層フィルタリングアンテナを設計開発し、その特性を電磁界シミュレーションによって評価している。更に、その設計技術を応用し、新しい構成の周波数選択膜（FSS：Frequency Selective Surface）も設計開発したので、あわせて報告する。

## 2. 26 GHz 帯積層広帯域フィルタリングアンテナ

### 2.1 設計仕様

まず、本研究における 26 GHz 帯広帯域積層フィルタリングアンテナの設計目標値を以下に示す。

- ・周波数帯域：24.25～27.5 GHz（バンド n258）
- ・通過域内のアンテナ利得：3 dBi 以上
- ・通過域内の反射損失：10 dB 以上

これらを達成すべく次の仕様で回路合成を行う[2]。

- ・伝達関数：0.1 dB リプル 4 次チェビシェフ関数
- ・中心周波数  $f_0=25.875$  GHz
- ・比帯域幅： $Df/f_0=15\%$

回路合成によって得られた結合トポロジを図 1 に示す。同図中の記号は、共振周波数  $f_{0i}$  ( $i=1, 2, 3, 4$ )、結合係数  $k_{ij}$  ( $i, j=1, 2, 3, 4$ )、入力側の外部 Q 値  $Q_e$ 、放射素子の放射 Q 値  $Q_r$  を表す。

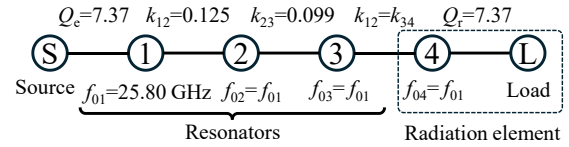


図 1 フィルタリングアンテナの結合トポロジ

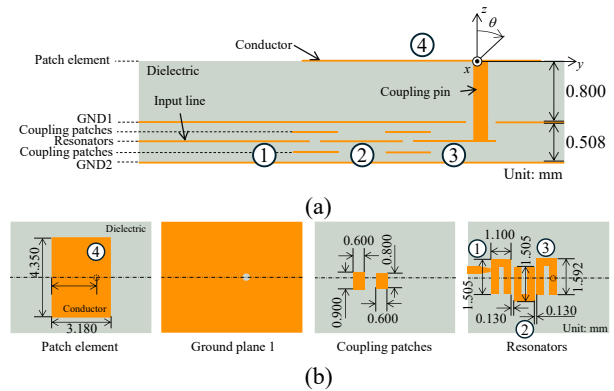


図 2 設計したフィルタリングアンテナの積層構造  
(a) 断面図, (b) 各層の上面図

### 2.2 設計結果

前節の回路合成値を実現する積層フィルタリングアンテナの構造を図 2 に示す。入力線路はストリップ線路、共振器①～③はヘアピン形半波長ストリップ共振器であり、最終段の④がパッチ形放射素子である。回路合成値を実現するように結合行列抽出法[3]を用いて回路パラメータ値を評価しながら構造パラメータの設計を行った。なお、誘電体多層基板として比誘電率  $\epsilon_r=2.19$  の低損失フッ素樹脂基板（誘電正接  $\tan\delta=0.0005$ ）を用いている。

設計したフィルタリングアンテナの反射係数  $S_{11}$  及び利得の周波数特性の電磁界シミュレーション結果を図 3 に示す。設計目標値を満足する平坦な帯域内利得ならびに反射損失を得ることができた。また、図 4 に中心周波数  $f_0$  における E 面と H 面の放射パターン（ $g$  成分、 $f$  成分）を示す。 $z$  方向へ単向性の放射が得られていることがわかる。

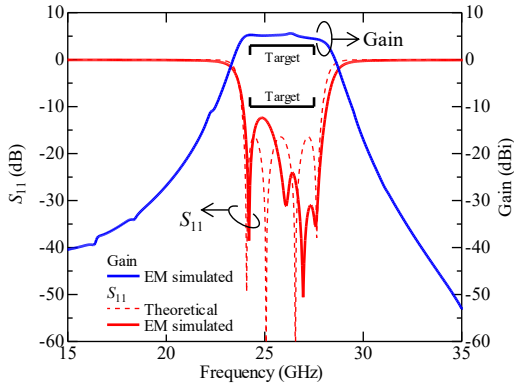


図3 設計したフィルタリングアンテナの反射係数と利得の周波数特性の電磁界シミュレーション結果

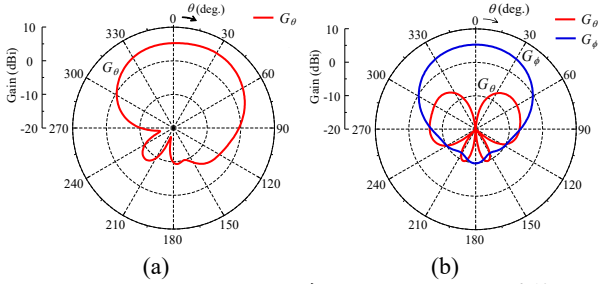


図4 設計したフィルタリングアンテナの中心周波数における放射パターン電磁界シミュレーション結果 (a) E面 ( $yz$ 面), (b) H面 ( $xz$ 面)

### 3. 26 GHz 帯バンドパス型積層周波数選択膜

前章の設計結果を進展させ、バンドパス型積層 FSS の設計開発も行った。FSS とは共振素子の周期配列からなるアンテナであり、近年では準ミリ波帯の伝搬特性の制御などへの応用が期待されている。

パッチ素子の FSS に平面波が入射するとバンドストップ特性を示すことが知られているが、本研究ではパッチ素子を用いてバンドパス特性を示す新しい構成の FSS を提案する。図5に示すように図1と同じ結合トポロジーを「受信アンテナ+共振器+送信アンテナ」として設計した FSS の単位セルの構造を図6に示す。その反射係数  $S_{11}$  と透過係数  $S_{21}$  の電磁界シミュレーション結果を図7に示す。比帯域幅 15%を有するバンドパス特性を実現できた。

### 4. まとめ

アンテナと共振器を一体設計した 26 GHz 帯広帯域積層型フィルタリングアンテナならびにバンドパス型積層 FSS の設計を行った結果、設計目標値を満たす良好な特性が得られた。今後は測定評価なら

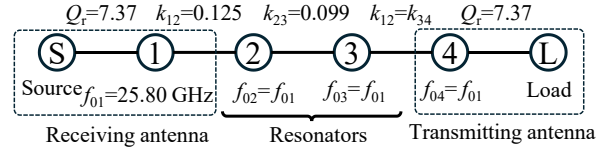


図5 バンドパス型 FSS の結合トポロジー

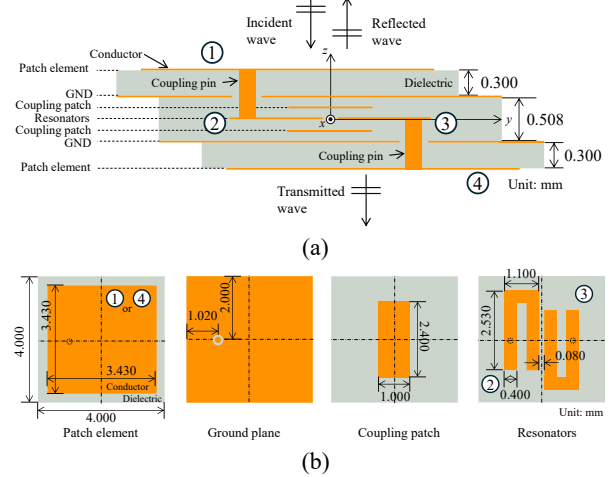


図6 設計したバンドパス型 FSS の積層構造 (a) 単位セルの断面図, (b) 各層の上面図

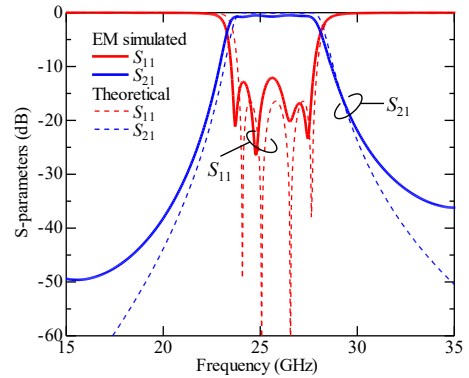


図7 設計したバンドパス型 FSS の平面波垂直入射時 ( $y$  方向の直線偏波) の周波数特性の電磁界シミュレーション結果

びに提案 FSS による波面制御や偏波変換などの応用設計へ展開していく予定である。

### 参考文献

- [1] K. Sudo, R. Mikase, Y. Taguchi, K. Takizawa, Y. Sato, K. Sato, H. Hayafuji, and M. Ohira, "A 28 GHz band compact LTCC filtering antenna with extracted-pole unit for dual polarization," IEICE Trans. Electron., vol. E106-C, no. 11, pp. 635-642, Nov. 2023.
- [2] R. J. Cameron, C. M. Kudsia, and R. R. Mansour, Microwave Filters for Communication Systems: Fundamentals, Design, and Applications, New York: Wiley, 2007.
- [3] H. Hu and K.-L. Wu, "A generalized coupling matrix extraction technique for bandpass filters with uneven-Qs," IEEE Trans. on Microwave Theory and Tech., vol. 62, no. 2, pp. 244-251, Feb. 2014.

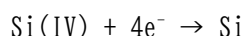
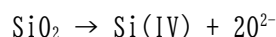
## 月面上でのその場資源利用を指向した電解プロセスの開発

鈴木 祐太

### 1. 研究背景

NASA のアルテミス計画に代表されるように、月面での有人宇宙活動を目指した宇宙開発が世界的に活発化している。2024 年 6 月には中国の嫦娥 6 号が月の裏側からのサンプルリターンに始めて成功した。今後、月環境利用に資する技術開発が益々盛んになることが予測される。月基地建設を含めて月面上での有人宇宙活動には様々な資材が必要となるが、地球から月に資材を輸送するには約 1.6 億円/kg とコストがかかり、輸送時間には 3-10 日と長期間を要する<sup>(1)</sup>ことから資源を現地調達する（その場資源利用）ための研究開発が重要となる。

本研究では、その場資源利用研究として、電力のみを駆動力として月面資源からの有価物回収を可能とする電解プロセスに着目した。本プロセスでは、例えば、反応物質が月面鉱物の主成分である  $\text{SiO}_2$  である場合は下記の反応に従って電解液（溶融塩）中への  $\text{SiO}_2$  の溶解および電極/電解液界面での  $\text{Si}$  電析反応が進行する<sup>(2)</sup>。



しかしながら、本電解プロセスでは、nm オーダーでの電極表面構造の変化が電極/電解液界面での相変態過程に与える影響に関しては未解明な点が多い。そこで、本研究では 3 カ年の計画のもと、金属析出反応やガス発生反応に対する電極/電解液界面の構造制御に関して実践的な研究を行っている。2023 年度（1 年目）では、電極上に金属ナノワイヤーを作製し、金属析出の反応種となる錯イオン構造を明らかにした。2024 年度（2 年目）では、当初の計画通り、金属ナノワイヤー電極上でのガス発生反応の挙動解析を電気化学測定および電極界面観察により行った。

### 2. 実験方法

2023 年度で得られた知見に基づき電極表面での Ni ナノワイヤーの作製を行った（図 1）。Ni ワイヤの直径は、トラックエッチドメンブレンの孔径に依存し、2024 年度では  $\phi 200 \text{ nm}$  を用いた。電気化学セルは図 2 に示す装置を自作し、測定に用いた。電解液は 25 wt.% KOH 水溶液とし水電解実験を行った。作用極には作製した Ni ナノワイヤー、対極には Pt、参照浴は Pt 擬似参照極とした。

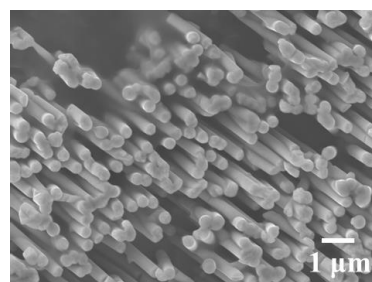


図 1. 電極表面に形成した Ni ナノワイヤー。

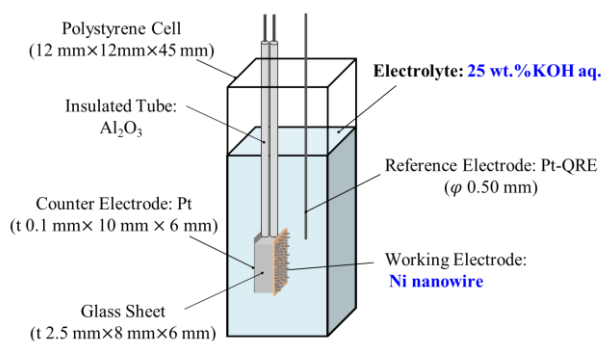


図 2. 電気化学測定用セルの概略図。

### 3. 結果と考察

電極表面上に作製した Ni ナノワイヤー上での水分解挙動を明らかにするため、電位-電流密度曲線を計測した。図 3 は 25℃での 25 wt.% KOH 水溶液中において還元側に電位を  $10 \text{ mV s}^{-1}$  で掃引した際の還元電流密度を計測した結果を示している。Ni

ナノワイヤー電極の表面積はナノワイヤーを作製する前の幾何学的な電極面積を用いた。図 3 には Pt シート電極上での測定結果も載せている。

図 3 より、電位が卑になるにつれて還元電流密度が大きくなったが、これは水の還元による水素発生に起因するものである。特筆すべきは、Ni ナノワイヤー電極と Pt シート電極で還元電流の立ち上がり電位が異なる点である。Ni ナノワイヤー電極では約-0.95 V であるのに対して Pt シート電極では約-1.05 V であった。-1.3 V になると殆ど同じ電流密度を示していることから、より貴な電位領域では Ni ナノワイヤーで電極の方が、水素発生反応が進行しやすいことを示している。この結果は、Ni ナノワイヤー電極の表面構造が水素発生過電圧を下げる効果がある可能性を示している。

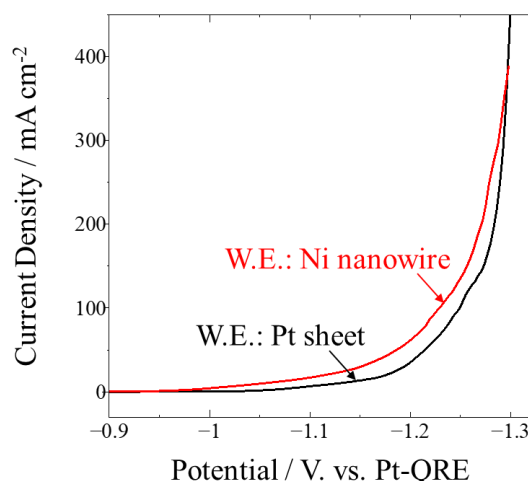


図 3. Ni ナノワイヤー電極上での水素発生時の電気化学挙動。比較として Pt シート電極の結果も掲載。

図 3 で示した水素発生反応が界面でどのように進行しているかを明らかにするために、計測中において界面の状態を観察した。図 4 は-1.3 V における Ni ナノワイヤー電極および Pt シート電極上での水の電解による水素発生の様子を示している。両電極の比較から、異なる水素気泡の発生挙動が進行していることが判った。Pt シート電極上では直径が約 1.0 mm 程度の比較的均一な水素の気泡が電極上に留まっている様子が観察された。一方で、Ni ナノワイヤー電極上では約 0.1-約 2.0 mm の異なるサイ

ズの水素ガスが電極上で留まっていた。この結果は、各電極上での水素ガスの核生成・成長過程、そして気泡の脱離挙動が異なることを示している。特に Ni ナノワイヤー上での気泡発生では、不均一な水素ガス発生挙動が観察され、ナノワイヤー状の電極表面構造に対して反応活性が変化する可能性が考えられた。水素発生が促進される表面上での水の還元反応挙動が図 3 におけるより貴な電位での還元電流密度の観測と関連している可能性がある。

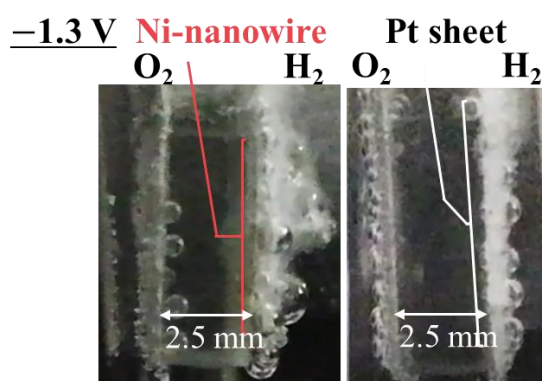


図 4. -1.3 V での水素発生挙動。Ni ナノワイヤー電極 (φ200 nm) 及び Pt 電極の比較検討の結果。

#### 4. 結言

2024 年度では、昨年度に得られた知見に基づき作製したφ200 nm の Ni ナノワイヤー電極上での水素発生挙動を電気化学測定および界面観察により明らかにした。ナノワイヤー構造上では不均一な気泡サイズの水素が生成・脱離することが判った。次年度では、異なる直径をもつ Ni ナノワイヤー電極上でのガス発生挙動を明らかにする予定である。

#### 参考文献

- (1) P. T. Metzger, G W. Autry, The Cost of Lunar Landing Pads with a Trade Study of Construction Methods, *New Space*, 11 (2023).
- (2) Y. Suzuki et al., Structural Control of Molybdenum Silicide by Electrolytic Silicification of a Mo Substrate, *J. Electrochem. Soc.*, 169 (2022) 112512.

# The Effectiveness of Commercial Television in Science Communication, Including the Low-interest Group in Science

Taichi MASU\*, Yasuhito ABE\*\*

(Received September 26, 2025)

In order to clarify the characteristics of Japanese commercial television as a medium for science communication, this study conducted a pre-and-post survey of television broadcast about scientific topics. The target program was 'ZIP!', a representative morning show in Japan. We selected 'blue carbon' as the science topics, which is currently attracting a lot of attention and media exposure in Japan and requires a certain level of scientific knowledge for viewers to understand its content. The pre-and-post online survey was conducted to investigate the change in scientific knowledge levels before and after viewing the program. The results revealed that 'ZIP' conveys a certain increase in scientific knowledge to program viewers, and furthermore, it confirmed across all levels of scientific interest, including those with low interest.

**Key words :** science communication, television, blue carbon, pre-and-post survey

**キーワード :** 科学コミュニケーション, テレビ, ブルーカーボン, 事前事後調査

## 科学非関心層を含めた科学コミュニケーションにおける 商業テレビの有効性

梶 太一, 阿部 康人

### 1. はじめに

科学技術の急速な発展と日常生活への浸透に伴い、科学に関する情報や議論を社会全体で広く共有し議論する「科学コミュニケーション」の重要性は依然として高い。日本の科学コミュニケーション研究においては、これまで主に、サイエンスカフェに代表される双方向的手段を対象とした研究が蓄積されてきた<sup>1),2)</sup>。しかし近年、サイエンスカフェに参加する市民は「科学・技術への関心層」に偏る傾向が極めて強く、科学非関心層には殆どリーチしていない

ことが明らかになってきた<sup>3)</sup>。世論調査の結果から日本人の8割以上が科学非関心層に属するとわかっていることから<sup>4)</sup>、サイエンスカフェは科学コミュニケーション手段としては効果範囲が限定的であると考えられ、現在の日本の科学コミュニケーションは、非関心層へのリーチの実現を課題として抱えていると言える。

日本において科学非関心層にまでリーチしうる手段の有力候補として、早川(2015)は「テレビ」と「インターネット」の2つを挙げた<sup>5)</sup>。後者は比較的

\* Harris Science Research Institute, Doshisha University, Kyoto  
Email: [tmasu@mail.doshisha.ac.jp](mailto:tmasu@mail.doshisha.ac.jp)

\*\* Department of Media, Journalism and Communications Faculty of Social Studies, Doshisha University  
Email: [yabe@mail.doshisha.ac.jp](mailto:yabe@mail.doshisha.ac.jp)

近になって発展した新興メディアとして、海外を中心に学術研究が展開され始めている。一方で前者の「テレビ」は、歴史の長い、いわゆる既存メディアであり、インターネットを始めとするメディアの多様化により近年は相対的に影響力が減じていると指摘されている。しかし2020年の新型コロナウイルスに関する情報流通調査<sup>3)</sup>では、依然としてテレビが最大の情報取得源として機能していたことが示されており、日本において今なお科学コミュニケーション手段としての影響力が大きいことが示唆された。それにも関わらず廣野ら<sup>4)</sup>の指摘通り、日本でテレビを対象とした科学コミュニケーション研究は未だ乏しく、その効果範囲や特性は未解明に等しい状態で、廣野らは今後の展開の必要性を訴えている。著者は、メディア・コミュニケーション研究者との共同研究により、日本の商業テレビの科学コミュニケーション手段としての効果範囲と特性を解明する複数の研究を現在進めており、本稿では、2024年に朝の情報番組内で放送された科学トピックに着目し、実験環境下ではなく実際の局面におけるテレビ放送の効果範囲（実際に視聴していた集団の属性、およびその集団の科学知識量に与えた影響）を、事前・事後調査によって明らかにした。現実の局面でのテレビの科学コミュニケーション効果を調査した研究は日本においては初めてであり、その結果から、商業テレビは他の科学コミュニケーション手段とは大きく異なる効果範囲を持っていることが明らかとなった。その内容を簡略化して以下に成果報告する。

## 2. 手法・データセット

科学コミュニケーション効果を測定するために、本研究では「ブルーカーボン」という特定の科学トピックに着目した。ブルーカーボンとは、海洋生態系に隔離・貯留される炭素、あるいはそういった海洋が持つ機能のことを指し<sup>5)</sup>、日本では新たな温暖化対策の選択肢として注目が高まっている一方、その内容の理解には一定水準以上の科学的知識（海洋生態系、CO<sub>2</sub>の隔離・貯留プロセス等）が不可欠であり、また現時点での内容認知度が低いことがわかっているため<sup>6)</sup>、科学コミュニケーション効

果の測定に適したトピックであると考えた。

調査対象として、2024年6月3日(月)午前5時50分から午前9時にかけて放送された朝の情報番組「ZIP!」を選んだ。この日の番組内では、午前7時台にブルーカーボンを扱った企画が約8分間放送され、その中にはブルーカーボンに関する科学的説明が複数含まれていた。事前に把握した放送内容に基づき、ブルーカーボンに関する科学的知識を問う7つの正誤問題（一例：「海の植物は陸上の植物と違って、二酸化炭素を吸収することができない」、回答は「間違っていると思う／わからない／正しいと思う」の三つから選択式）を予め作成し、その正解数（最小0、最大7）をもって科学的知識量のスコアとした。また、その効果範囲を明らかにするためのセグメンテーション手法としてVictorian Segmentation（以下、VSEG）を用い、視聴者を3つの科学関心度（関心層／潜在的関心層／低関心層）に分類した。

事前調査は番組放送前の5月24日から28日にかけて実施し、回答した40,000人について、その時点でのブルーカーボンに関する科学知識量、およびVSEGによる科学関心度のデータを得た。事後調査は放送終了直後の6月3日午前9時から直ちに開始し、事前調査の回答者の中からスクリーニング調査により、「その日の「ZIP!」当該企画を視聴していた」と回答した1,035人を抽出し、再び同じ設問によりブルーカーボンに関する科学知識量を測定し、事前調査からの変化の有無を分析した。いずれの調査も関東地区を対象に、性別・年代について人口構成比に準じてサンプルを回収した。事後調査は、放送終了後15時間以内に回収が完了した。

## 3. 結果・考察

「ZIP!」視聴者の科学関心度分布は、日本社会全体の分布に比べるとやや関心層に偏っていたものの、サイエンスカフェ等の他の科学コミュニケーション手段と比べて極めて多くの科学非関心層（潜在的関心層／低関心層）にリーチしていたことが示された（Fig.1）。

|                       | Interest   |                | Potential Interest |                | Low Interest |                | Total       |
|-----------------------|------------|----------------|--------------------|----------------|--------------|----------------|-------------|
| (Japanese population) |            | (16.1%)        |                    | (61.4%)        |              | (22.6%)        |             |
| <b>Respondents</b>    | <b>364</b> | <b>(35.2%)</b> | <b>509</b>         | <b>(49.2%)</b> | <b>162</b>   | <b>(15.7%)</b> | <b>1035</b> |

Note. The data for the Japanese population are sourced from Kano et al, 2016.

Fig. 1. VSEG による番組視聴者の科学関心度分布

一方、科学知識量については、科学関心度により分類した全ての層において、事前調査のスコアと比べて事後調査のスコアは有意に上昇していた (Fig. 2)。この結果は、「ZIP!」の視聴がブルーカーボンに関する知識習得という意味での科学コミュニケーション効果をもたらしていたこと、またその効果範囲が科学非関心層にまで及んでいたことを示唆するものである。

|                           | n   | knowledge score [Pre] |        | knowledge score [Post] |        | p      |
|---------------------------|-----|-----------------------|--------|------------------------|--------|--------|
| <b>Interest</b>           | 364 | <b>3.70</b>           | (2.00) | <b>4.35</b>            | (1.72) | < .001 |
| <b>Potential Interest</b> | 509 | <b>2.84</b>           | (1.88) | <b>3.78</b>            | (1.79) | < .001 |
| <b>Low Interest</b>       | 162 | <b>1.78</b>           | (1.80) | <b>2.85</b>            | (1.96) | < .001 |

Note: entries are mean scores with standard deviations in parentheses

Fig. 2. 科学関心度ごとの番組視聴前後の知識量変化

週末のニュース番組を対象とした先行研究においても同様の傾向がみられていることから<sup>6)</sup>、日本における商業テレビは、科学非関心層に対して一定の科学コミュニケーション効果を発揮する有力な手段となる可能性がある。しかし一方で、知識習得効果は限定的なのかどうか、知識習得以外の科学コミュニケーション効果（例えば科学リテラシーや科学者への信頼）はもたしているのかどうか、また、視聴率を重視する傾向にある商業テレビは科学コミュニケーション手段としてどのような特性（ポジティブ、ネガティブを含む）を持っているのか等、明らかにすべき点は多く残されている。今後、質的手法も併用して、さらに日本の商業テレビの科学コミュニケーション手段としての効果範囲と特性を明らかにしていく。

なお、本研究結果の詳細は、2025 年 7 月 10 日に、国際学会 CFP Critical Studies in Television Conference 2025 にて発表した。

本研究は、データセット取得に際し、(株)エム・データから番組メタデータの提供を受けた。ここに厚く御礼を申し上げる。

本研究の一部は、2025 年度同志社大学ハリス理化学研究所助成金により行われた。ここに記して謝意を表する。

## 参考文献

- 1) 中村征樹, サイエンスカフェ 現状と課題. 科学技術社会論研究, 5, 31-43, (2008).
- 2) 高梨克也ら, 双方向コミュニケーションでは誰が誰に話すのか?: サイエンスカフェにおける科学者のコミュニケーションスキルのビデオ分析. 科学技術コミュニケーション, 11, 3-17, (2012).
- 3) 加納圭ら, “サイエンスカフェ参加者のセグメンテーションとターゲティング: 「科学・技術への関与」という観点から”, 科学技術コミュニケーション, 13, 3-16, (2013).
- 4) 後藤崇志ら, パブリックエンゲージメント参加者層の多様性評価手法の探索: 「科学・技術への関与度」と「政策への関与度」の観点から. 科学技術コミュニケーション, 17, 3-19, (2015)
- 5) 早川雄司, 国民の科学技術に対する関心と 科学技術に関する意識との関連, 科学技術・学術政策研究所, (2014).
- 6) 「新型コロナウイルス感染症に関する情報流通調査 報告書」(2025 年 8 月 31 日閲覧)  
[https://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01kiban18\\_01000082.html](https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban18_01000082.html)
- 7) 廣野喜幸ら, 科学コミュニケーション論の展開, 東京大学出版会, (2023)
- 8) 堀正和, 桑江朝比呂. (2017). ブルーカーボン: 浅海における CO<sub>2</sub> 隔離・貯留とその活用. (地人書館).
- 9) T. Masu and Y. Abe, “Reevaluating broadcast television news and current affairs programs for communicating scientific knowledge in everyday natural settings in Japan.” Journal of Science Communication 24(3), N05, (2025).

# A Correlational Investigation of Naturism in the Home and Adult Mental Health in Germany and Spain

Philip TROMOVITCH\*

(Received August 31, 2025)

The *Multinational Life Experience and Personality Project* (MLEPP) is collecting data for multiple investigations from general population samples of adults aged 18 to 59 in several countries. The second phase MLEPP questionnaire asked respondents about the acceptance of nudity within the home of origin (prior to age 16). This paper examines the correlations, or lack thereof, between acceptance of nudity at home prior to age 16 and adult mental health in Spain and Germany. Mental health was examined by assessing current self-esteem, anxiety, and depression levels. The findings show that a clear correlation exists in the German population wherein higher levels of nudity acceptance are associated with better adult mental health. This finding did not, however, replicate in the Spanish sample. It is speculated that Germany's cultural acceptance of naturism (i.e., "*Freikörperkultur*" or "Free Body Culture") is a third variable interacting with naturist experience to produce better adult mental health.

**Keywords:** naturism, nudism, nudity, mental health, family environment, MLEPP

## 1. Introduction

The *Multinational Life Experience and Personality Project* (MLEPP) is comprised of a large, multiphase, multinational set of studies.<sup>1)</sup> One endeavor is to develop public domain, multilingual measures of numerous psychological and personality traits such as altruism, anxiety level, and intellectuality.<sup>2)</sup> Another is to explore areas of miscommunication between science and the lay public.<sup>3)</sup> The primary endeavor is to examine the relationships between childhood and adolescent sexual and non-sexual experiences and adult mental health.<sup>4)</sup>

The MLEPP is collecting cross-sectional data in multiple countries from adults aged 18 to 59; data collection is conducted in waves on a funds-available basis. Data collection in Germany and Spain took place between September 2018 and February 2024. This paper examines the correlation between naturism in the home

of origin and adult mental health based on data from these two countries.

Humans, in the present era, appear to be unique in that many members of the species experience embarrassment when they are seen by others of their species when in their natural, unclothed form. For a living being to experience negative emotion from being seen is inherently illogical and therefore suggests poor mental health, which likely stems from social, cultural, or other ideologies. In other words, what people have been taught (i.e., ideologies) leads their minds to create feelings (e.g., embarrassment) that would not otherwise naturally occur.

The MLEPP collects data on three mental health indicators: self-esteem, level of depressive symptoms, and level of anxiety symptoms. The aforementioned mental health measures are assessed using multi-item scales comprised of *International Personality Item Pool*

---

\* Harris Science Research Institute, Doshisha University, Kyotanabe City, Kyoto 610-0394

Telephone: +81-774-65-6671, E-mail: ptromovi@mail.doshisha.ac.jp

This is a proceedings paper to accompany a talk at the Harris Science Research Institute Symposium, 2025

items<sup>5)</sup> which were translated from the English versions into Spanish and German for use in Spain and Germany, respectively. Each measure used in the present analyses is composed of 10 items, with each item using a 5-point Likert-like scale scored from 0 to 4, with a respondent's score calculated as the arithmetic mean of their responses.

In order to explore the impact of varying degrees of naturism in childhood on adult mental health, the MLEPP questionnaire used in Spain and Germany included a section collecting information about the respondents' homes prior to age 16. In this section, respondents were asked "How common and accepted was full nudity in the home (i.e., family members in front of other family members) while you were growing up?" This item had five possible responses ranging from "nudity was rare and not considered acceptable" (scored 0) to "it was a naturist environment, nudity was very common" (scored 4).

## 2. Methods

Four datasets were examined: data from Spanish males, Spanish females, German males, and German females. Pearson correlation ( $r$ ) was used to assess the strength of the association between acceptance of nudity at home while growing up and adult mental health. As is common in social science research, if the probability of obtaining the resultant  $r$ -values purely by chance is less than 5% (i.e.,  $p < .05$ ) then the findings were categorized as statistically significant. Because responses to the naturism variable were highly skewed (i.e., not normally distributed) in the Spanish samples, mean mental health scores for each level of naturism acceptance were also examined.

## 3. Results

Each of the four datasets were composed of responses from slightly more than 1300 adults. As shown in the Table, the correlations between acceptance of nudity in the family of origin and adult mental health were not significant in either Spanish sample (the one

with the largest magnitude was  $r = -.03, p = .35$ ). In stark contrast, all six correlations from the German samples were statistically significant at the  $p < .001$  level.

Because the failure to find correlations in the Spanish samples could be due to a failure of the data to meet the assumptions for correlation (e.g., that the variables are approximately normally distributed), the mean mental health scores were examined for each level of acceptance of naturism in the family of origin.

In the German samples, the mean mental health scores showed a monotonic increase in mental health with an increase in naturism exposure. There was no obvious pattern to the mean mental health scores in the Spanish samples, hence the failure to find a correlation does not appear to be due to a violation of a statistical assumption.

## 4. Discussion

Much research is conducted in the hope of finding (or supporting the view) that some variable A causes some other variable B.<sup>6)</sup> As Grosz, Rohrer, and Thoemmes stated: "Causal inference is a central goal of research."<sup>7)</sup> In many cases, however, it may be that B is causing A, contrary to the researcher's expectation. The findings of the present analyses suggest that neither of these cases applies to the present investigation. Therefore it is concluded that one or more third variables are likely involved.

In the late 19th-century the "Free Body Culture" ("*Freikörperkultur*"; FKK) developed in Germany, promoting well-being stemming in part from naturism. It may be that this combination: having a naturist ideology together with practicing naturism leads to improved mental health. This speculation is consistent with the findings in that all six correlations in the German samples were statistically significant yet none of the six in the Spanish samples were significant.

Future research should assess additional countries and rank the countries on prevalence of naturism within their respective cultures, to see if a pattern emerges

linking naturist ideology together with naturist experience, with better adult mental health.

This research was supported in part by grants-in-aid from the Harris Science Research Institute of Doshisha University as well as a grant-in-aid from MEXT (Kakenhi grant #21K02971).

### References

- 1) P. Tromovitch, "The Multinational Life Experience and Personality Project (MLEPP): Data Collection and Demographics of the 2014 U.S. and Japanese National Samples". *The Science and Engineering Review of Doshisha University*, **55**[4], 308-316 (2015). Available at: <https://doshisha.repo.nii.ac.jp/record/23096/files/023055040002.pdf>
- 2) P. Tromovitch, "Public domain, English and Japanese scales for measuring self-esteem, anxiety, depression, understanding, warmth, altruism, creativity, and intellectuality: Validity and reliability for use with male and female adults in Japan and the United States". *The Science and Engineering Review of Doshisha University*, **55**(3), 244-253 (2014).
- 3) P. Tromovitch, "The lay public's misinterpretation of the meaning of 'significant': a call for simple yet significant changes in scientific reporting". *Journal of Research Practice*, **11**(1), article P1 (2015).
- 4) P. Tromovitch, "The prevalence of, and self-reported reaction to, sexual contacts between young people and older partners in Japan and the United States". 2017 年度同志社大学リエゾンフェア・ハリス理化学研究所発表会, 47-51 (November 28, 2017).
- 5) L. R. Goldberg, "International personality item pool: a scientific collaboratory for the development of advanced measures of personality traits and other individual differences". Available at <http://ipip.ori.org/> updated July 18, 2014.
- 6) Campbell, D. T., & Stanley, J. C.. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Rand McNally: Skokie, Illinois (1966).
- 7) Grosz, Michael P., Rohrer, Julia M., and Thoemmes, Felix. "The taboo against explicit causal inference in nonexperimental psychology". *Perspectives on Psychological Science*, **15**(5), 1243-1255 (2020).

Table. Correlations ( $r$ ) between nudity acceptance in the home of origin and adult mental health.

|             | Spanish Males | Spanish Females | German Males | German Females |
|-------------|---------------|-----------------|--------------|----------------|
| Self-Esteem | .00           | .01             | .13***       | .10***         |
| Anxiety     | -.02          | -.03            | -.11***      | -.09***        |
| Depression  | -.02          | -.02            | -.12***      | -.11***        |

Notes:  $N > 1300$  for all correlations; correlations marked with \*\*\* are statistically significant at the  $p < .001$  level.

## 細胞内で合成／分解される主要なシグナリング分子である 環状アデノシンリン酸を可視化する蛍光プローブ

齋藤直人

小脳は運動学習を担う脳部位である。その主要な回路はプルキンエ細胞に入る 2 つの入力からなり、それぞれ登上線維および平行線維とよばれる。登上線維と平行線維の時間的、強度的バランスによって LTD とよばれるシナプス可塑性が生じ、これが運動学習の基礎過程であると考えられている。

平行線維は小脳顆粒細胞の軸索が形成したものであるが、平行線維—プルキンエ細胞間のシナプスはおよそその半数がサイレントシナプスであると考えられている。サイレントシナプスとはシナプスの形態は整っているものの、実際には有効なシナプス伝達を行わないシナプスである。このような一見無駄と思えるようなシナプスを多数抱えていることが、小脳の機能維持にとって重要である可能性が考えられる。このようなサイレントシナプスが活性化し機能するシナプスとなるためには cAMP 応答が必要であると考えられている。一方、平行線維—プルキンエ細胞間のシナプスには LTP とよばれるシナプス可塑性が生じることが示されている。この LTP にも cAMP 応答が必要である。そのため、サイレントシナプスの活性化と LTP は同じシグナリングの別の側面を見ている現象であると考えた。果たして、この cAMP 応答はグローバルな応答なのだろうか、それともシナプスに局在化した応答なのだろうか。サイレントシナプスの活性化や LTP はシナプス特異的な現象である。このことから考えて、平行線維の cAMP 応答は個々のシナプスに特異的な現象であると考えられるが、このことを明らかにした報告はない。そこで、本研究では小脳顆粒細胞に遺伝子発現型 cAMP 蛍光プローブを発現させ、そのシナプスレベルの cAMP 応答のイメージングを試みた。

培養小脳顆粒細胞にアデニル酸シクラーゼの活性化薬である Forskolin とホスホジエステラーゼ阻

害薬である Ibudilast を同時投与すると、シナプス前末端において cAMP が上昇した(図 1 左)。cAMP の上昇は 1 本の軸索内の隣り合ったシナプスごとに違っていた。このことから、cAMP 応答がシナプスレベルで制御されている現象であることが明らかとなった。さらに、シナプス前末端の活性を FM dye を用いて評価した(図 1 右)。cAMP 上昇の前後でのシナプス前末端の活性の変化率は、やはりシナプスごとに違っていた。そこで、cAMP 上昇率とシナプス前末端の活性の変化率との相関を解析した(図 2)。cAMP の上昇率が高いほど、シナプス前末端の活性化の度合いも大きいことが明らかとなった。

以上の結果から、シナプス前末端に局在化した cAMP ドメインの存在が、小脳の運動学習を維持する上での重要な細胞システムであると考えられる。

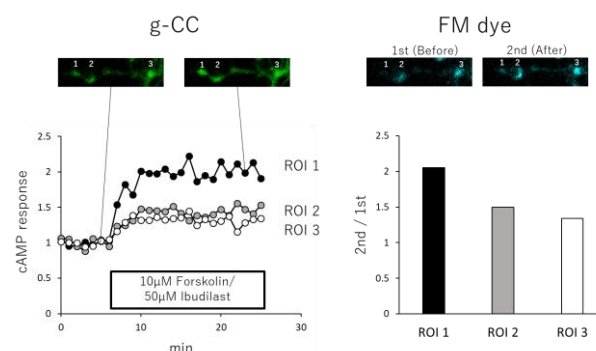


図 1

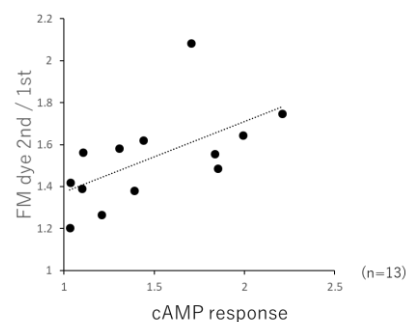


図 2

## 流れの曲率効果の座標変換に対して共変的な応力モデリング

稲垣 和寛

### 1. 緒言

我々の身の回りの水や空気の流れの多くは統計的に不規則な乱流状態にある。乱流を特徴づける物理的な性質の一つにマルチスケール性が挙げられる。一例として風車の周りの乱流を考えると、風車の翼と同程度である数十メートルから百メートルスケールの径を持った渦運動から、流体の粘性の影響を強く受けるミリメートルスケールの径を持った渦運動まで、さまざまなスケールの渦が連続的に分布し相互作用している。したがって、すべてのスケールの渦運動を解像し、大規模な乱流を原理的に数値計算し予測することは計算コストの観点から困難である。そこで、工学や気象学等においては、小スケールの渦運動を粗視化し、その物理効果を適切に取り入れた乱流モデルが開発、応用されている。しかしながら、基礎的な乱流モデルはせん断流れに基づいて設計されており、回転や旋回運動など平均速度の流線が曲率を持つような乱流においては予測精度が低下することが知られている。本研究では、旋回乱流を精度よく予測する乱流モデルの開発を目的とし、座標変換に対する共変性という数学的な性質を保証したモデルの定式化を試みる。

### 2. 理論

本研究では統計平均的な流れを予測する Reynolds-averaged Navier-Stokes (RANS) モデルを対象とする。RANS モデルでは、速度場の平均値からの差である速度ゆらぎの空間一点二体相関である Reynolds 応力が未知変数となり、方程式を閉じるためにはこれをモデル化する必要がある。具体的には、平均速度場の勾配や、速度ゆらぎの運動エネルギー（乱流エネルギー）等の乱流の物理的特性を表す量を用いて Reynolds 応力に関する解析的な表

現を与えることが乱流のモデリングである。

Reynolds 応力のモデリングは、しばしば Reynolds 応力の時間発展方程式に基づいて議論される。さらに言えば、その時間発展方程式における一部の未知量に関して適当なモデルを仮定するか無視できるとみなすなどして方程式の簡略化を行うことで、Reynolds 応力の代数的な表現を得る。平均速度が曲率を持つ乱流に対する既往のモデリング手法では、Reynolds 応力の偏差成分を乱流エネルギーで除した非等方テンソルと呼ばれる量に対して、その時間偏微分や平均速度に沿った方向の空間偏微分がゼロとなることを仮定する。実際には、平均速度は Galilei 変換に対して不変ではないため、加速度や歪み速度テンソルの固有ベクトル等の代替量を用いて非等方テンソルの空間偏微分がゼロとなるような方向を決定する。このとき、座標系の選択による任意性が生じるため、モデルの誤差や物理的な妥当性に関して議論が残る。

そこで、新たなモデリングとして非等方テンソルの時間偏微分や平均速度に沿った方向の空間偏微分を陽に残したまま Reynolds 応力の代数表現を得る手法を構築する。流体の方程式の表現でよく用いられる時間微分に Lagrange 微分（実質微分）があるが、ベクトル場やテンソル場の Lagrange 微分は座標変換に応じて数学的な表現が変化する。例えば、慣性系における速度場の Lagrange 微分は、慣性系に対して一定角速度で回転する座標系に変換すると、回転系の速度を用いた速度場の Lagrange 微分と Coriolis 力や遠心力との差で表される。したがって、非等方テンソルの Lagrange 微分を用いたまま時間発展方程式を近似してモデリングを行うと、座標系に応じてモデルの解析的表現が変化してし

もう可能性がある．一方で速度ゆらぎは座標変換に対して形式を変えない（共変的という）物理量であるため，Reynolds 応力も共変的である．したがって，Reynolds 応力のモデル表現も共変的となることが乱流モデルに対する数学的要請となる．

本研究では共変性を実現する時間微分として Jaumann 微分と呼ばれる量を採用しモデル化を行う．モデル化に際して，Taylor-Couette(TC)流れと呼ばれる同軸二重円筒間における，円筒の回転に伴う壁面摩擦を駆動力とした流れの予測を対象として構築を試みた．TC 流れは平均速度の流線が曲率を持つ典型的な流れである．詳細は割愛するが，TC 流れにおける平均速度ないし平均角運動量の分布を予測するためには以下のような Reynolds 応力の表現が有効であることが示された．

$$R_{ij} = \frac{2}{3}K\delta_{ij} - 2\nu_T S_{ij} + C \frac{\nu_T^4}{K^2} \frac{\mathcal{D}}{\mathcal{D}t} (S_{i\ell} W_{\ell j} + S_{j\ell} W_{\ell i})$$

$R_{ij}$  : Reynolds stress

$\delta_{ij}$  : Kronecker delta

$K$  : Turbulent kinetic energy

$\nu_T$  : Eddy viscosity

$S_{ij}$  : Mean strain rate tensor

$W_{ij}$  : Mean vorticity tensor

$\frac{\mathcal{D}}{\mathcal{D}t}$  : Mean Jaumann derivative

$C$  : Constant parameter

各物理量の定義については省略する．詳細は結言に記載したプレプリントを参照されたい．

### 3. 結果

本研究で得られたモデルを TC 流れの実験結果と比較する．TC 流れの実験装置は，外円筒に対する内円筒の半径比が 0.732 のものを用いている．作動流体は水である．また，内円筒半径と内円筒角速度および動粘性係数に基づく Reynolds 数を 85000 で固定した結果のみを示す．図 1 に内円筒に対する外円筒の回転角速度の比(AVR)が 0 および 0.33 のケースに対する平均角運動量の半径方向分布を示す．内外円筒の回転方向は同一である．実験において，

平均値は時間平均と周方向の空間平均を用いて算出している．モデルは TC 流れに特徴的である平均角運動量一定の分布を示しており，実験とも定量的によく一致している．また，モデル式において右辺最終項のモデル定数をゼロとすると，AVR が 0.33 の場合に平均角運動量一定分布を予測できないことがわかる．これらの結果は，モデル式における Jaumann 微分項が流線の曲率の効果を表現するために有効であることを示している．

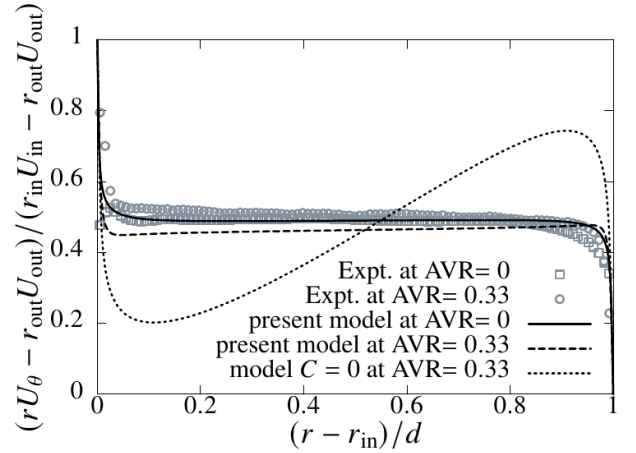


図 1 TC 流れにおける平均角運動量の分布．横軸は円筒間幅で規格化し，内円筒位置をゼロとした位置座標である．縦軸の平均角運動量は内外円筒の角運動量差で規格化し，内外円筒壁面上でそれぞれ 1, 0 の値を取るように調整している．

### 4. 結言

Jaumann 微分を用いることで，流れの曲率効果の座標変換に対して共変的な乱流応力のモデリングを試みた．その結果 Taylor-Couette 流れにおける平均角運動量一定の分布を予測する結果が得られた．本モデル表現はモデルが数学的に満たすべき性質である座標変換に対する共変性を保証するものであり，モデルの一般化や高精度化に貢献すると期待される．本研究は北海道大学の堀本康文氏との共同研究によるものであり，実験結果は堀本氏から提供されたものである．本研究成果は現在投稿中である．内容の詳細についてはプレプリント arXiv:2409.08471 を参照されたい．

## ゴール型ボールゲームのプレイヤー定量・定性評価 -ルールとの関係-

田附 俊一

### <はじめに>

ボールゲームでプレイヤー同士がリアルタイムに互いに影響を及ぼしながらプレイを進行していることは、容易に想像される。しかし、これらの影響を定量的に検討した研究は見当たらない。

ギブソンの「アフォーダンス」の概念は、環境が生き物の行動を決定するとしている。ボールゲームにおける環境は、他者プレイヤーやルールと捉えることができる。

本研究では、環境としてのルール変化が、プレイヤーの関係性に与える影響について検討した。

### <方法>

被験者としてプレイヤーを18人の中学生と高校生(男性6人, 女性12人)とした。平均年齢は14, 83 ± 1, 71 歳であった。プレイヤーを3人1チームとし、6チーム構成とした。ルール変化がプレイヤーの関係性に与える影響を明らかにするため、対戦をAチーム対Bチーム, Cチーム対Dチーム, Eチーム対Fチームとした。ゲームはBallschuleテストにならい9m四方のエリアで行われた。6種類のルールでゲームを行った。すべてのゲームの共通ルールは、ボールを持っているプレイヤーはピヴォットのみでき、歩くや走るはできないこととした。勝敗は各チームの累計パス回数で決した。ゲーム時間を6分(3分を2回)とした。最初の3分はジャンプボールでゲームを始め、次の3分は最初の3分の得点の少ないチームからのボールで始めた。ルールは、第1ルールが自由なパスを得点、第2ルールがバウンドパスのみを得点、第3ルールが地面の自転車の古タイヤに入っているプレイヤーに通ったパスだけを得点、第4ルールが地面に置かれた自転車の古タイヤでバウンドして通ったパスだけを得点、第5ルールが両脚の間を通して後ろに通ったパスだけ

を得点、第6ルールがコートに十字線を引き、この線を越えたパスだけを得点とした。

プレイヤーは非利き手首にリストバンド型3軸加速度センサーを装着し、データが収集された。収集されたデータから移動エントロピーが算出された。産出された移動エントロピーから情報伝達が計算された。この情報伝達からプレイヤー間の動きの因果関係が算出され、プレイヤーが影響を与えている/与えられているプレイヤーを検討した。

### <結果と考察>

ルール変化に伴うプレイヤー間の関係性の総数に有意な差は認められなかった。

すべてのルール変化によって、プレイヤーA, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, Rの関係性に変化が生じた。プレイヤーCは第1, 第2, 第3, 第4, 第5ルールにおいて、他のプレイヤーとの関係性に変化が生じた。プレイヤーKは第1, 第2, 第3, 第5, 第6ルールにおいて、他のプレイヤーとの関係性に変化が生じた。プレイヤーBはすべてのゲームにおいて、他のプレイヤーとの関係性が認められなかった。

ルール変化に伴うプレイヤー間の総数に変化はないが、プレイヤー個々の関係性に変化が生じたと考えられる。

### <まとめ>

1名のプレイヤーを除き、すべてのプレイヤーにルール変化にともなう他のプレイヤーとの関係性に変化が生じた。ルールという環境の変化が、プレイヤー間の関係性に変化を与えることが示唆された。

本研究では、関係性の意味に言及することはできない。この意味を検討したい。

## 台湾の日本語世代：複数の教育言語を生きたナラティブ

窪田 光男

本研究は、1895 年から第二次世界大戦終結の 1945 年までの日本統治時代の台湾において、日本語により教育を受けた「日本語世代」或いは「日本語族」とよばれる台湾人の日本語の言語サンプルと、彼らの人生の中での日本語に関するナラティブを採取し、記録として残すことを目的として行われた。

まずは、言語サンプル収集のために、台湾関係の研究者、友人などを介してインタビューができる日本語世代の人々を探した。しかしながら、現在も会話ができる程度に日本語を習得し、記憶している世代は、少なくとも初等教育修了程度まで日本語で教育を受けた 90 歳を超える人々で、今なお健在でインタビューを受けてくださる方を探す作業は想定以上に難航した。そのような中、台北市内において、日本語世代の方々が月に一回集い、日本語での会話を楽しむグループがあるという情報を得たので、会を運営する委員とコンタクトを取り、2024 年 9 月、2025 年 2 月、8 月の月例会に参加し、そこで 13 名の日本語世代の方々と知り合い、お話をうかがうことができた。そのうち 8 名の方々に 1 時間程度の録画、或いは録音のインタビューデータを収集することができた。

インタビューデータ収集の過程で、当初の研究の焦点は、少しずつ変化した。当初は、日本語世代と日本語の関わりに焦点を当てる計画であったが、日本語との関わりのみならず、この世代が歴史の波に翻弄され、教育の言語が次々に変わる中で、柔軟に対応してきた経験に関する語りに貴重な情報が含まれていることに気づき研究の焦点を調整した。

今回、インタビューを行った日本語世代の方々の年齢層は 88 歳から 96 歳の方々であるが、生後から学校に通うようになるまでの家庭での使用言語は、日本語、台湾語、広東語など多岐に渡る。その後、

小学校（或いは公学校、私塾など）に上がると日本統治下において、日本語が教育言語となる。この頃の記憶は、まだ幼い頃のため、曖昧な部分が多いものの、人生の中で幾度となく当時の記憶について語る中で、ナラティブにいくつかの定型的なパターンができあがっていることがわかってきた。

今回、インタビューした方々は、初等教育を終える頃、あるいは終えてほどなくしてから第二次世界大戦の終戦を迎えている。終戦と同時に日本政府は台湾を去り、代わって中国から国民党政府が台湾にやってきて中国語（インタビュー中ではしばしば「北京語」と言及される）による教育を経験することになった。日本語教育の開始時はまだ幼い子供であったのに対し、日本語から北京語への変化に関する十代半ばの記憶はより鮮明で、その経験は、日本統治へのノスタルジックで好意的な記憶や、逆に台湾を捨てた日本に裏切られたような思い、また日本統治との比較から生じる国民党政府に対する嫌悪感など、さまざまなパターンがあるが、いずれの方々も現状を受け入れ、北京語を習得して柔軟に対応しながら戦後を生きてきた経験が語られている。

研究の今後の方向性としては、日本語で行われる学校教育に対応していく際の経験、そして、その後教育言語が北京語に変化した時の経験に関するナラティブのパターンを整理することに焦点を当てたい。これまで、台湾の日本語世代が、マスメディアのドキュメンタリー等で取り上げられる際、これらの語りのパターンの一部が切り取られ、強調されて報道されることが問題視され、報道に対する抗議があったと聞いている。ナラティブパターンを整理することで、日本語世代の経験を多角的に考える材料となることが期待できると考える。

## イオン液体は帯電するのか：帯電列におけるイオン液体の位置を決定する

遠藤 太佳嗣

2つの異なる物質をこすり合わせると、片方が正負どちらかに帯電し、他方が異符号の電荷で帯電する現象は、我々の生活において普遍的にみられ、摩擦帯電と呼ばれている。摩擦帯電において、正負のどちらにどれほど帯電しやすいかを決めた順序を帯電列と呼び、18世紀に提唱されたのち、これまで様々な物質でその帯電列が決定されてきた。一方、そのほとんどが固体の物質であり、液体の帯電列はほとんど知られていなかった。近年 Yoo らが様々な液体の帯電列を決定したが<sup>1</sup>、データは未だ少ない。

本研究では、これまで帯電列が全く報告されていない、イオン液体と呼ばれる物質の帯電列を決定することを目標とした。イオン液体とは室温付近で液体の塩の総称で、帯電防止剤として市販されている一方で、最近、逆に帯電を保持するケースも報告されている<sup>2</sup>興味深い物質である。

本研究ではまず、Yoo らの装置を参考にし、液体の帯電列測定装置の製作から取り掛かった。装置の特徴としては、イオン液体は、一般的な液体と比べて高価なため、少量（10 ml 以下）で測定できるものとした。また、Yoo らの装置では、PTFE シートと液体を接触させ、PTFE シートの帯電を検出していたが、液体の帯電を直接検出できるようにした。

作成した装置の模式図を図1に示す。液体を、エレクトロメーターに接続したファラデーケージ内の容器に入れ、PTFE のチューブを一定の速度で上下運動させることで、液体を帯電させた。

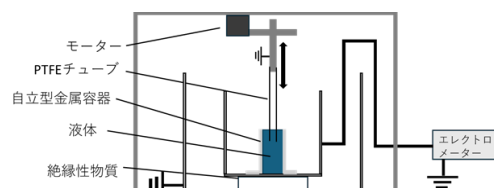


図1．自作した液体の帯電列測定装置の模式図

帯電の実験は一般的に、再現性を得ることが難しい。そこで、アセトニトリルを用いて帯電の再現性を調べた(図2)。7日間にわたり12回測定を行い、 $0.81 \pm 0.03$  nC という高い再現性を得ることに成功した。

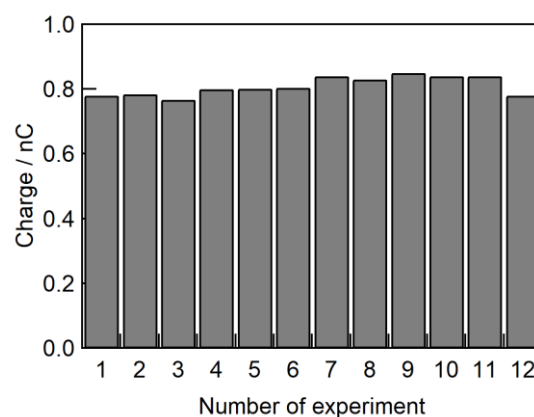


図2．アセトニトリルの帯電測定結果。7日間にわたり12回測定を行った。

この装置を用いて、代表的なイオン液体の一つである、1-butyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethanesulfonyl)amide の測定を行った。結果は0 nCで、帯電は見られなかった。ただし、帯電実験はわずかな不純物でも結果が変わりうるので、イオン液体中のわずかな不純物が影響していた可能性もある。今後、純度を高めた様々なイオン液体の測定に挑戦していく予定である。

### 参考文献

- 1 D. Yoo, S. Jang, S. Cho, D. Choi, D. S. Kim, *Adv. Mater. (Weinheim, Ger.)* 2023, **35**, 2300699.
- 2 J. Song, J. Mu, Z. Li, C. Feng, W. Geng, X. Hou, J. He, X. Chou, *Advanced Materials Technologies* 2022, **7**, 2200664.

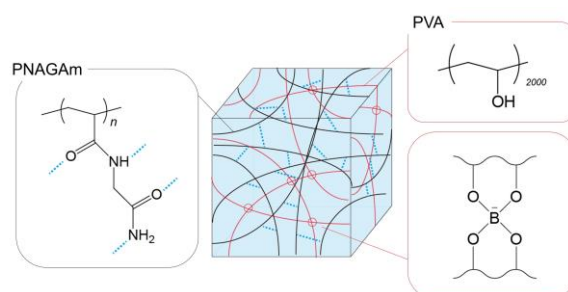
## アミノ酸を基盤とする温度応答性スマートゲルの開発と高強度化

古賀 智之

〔緒言〕 ハイドロゲルは、生体組織に類似した柔軟性や生体適合性を有し、工学～医学の幅広い分野で応用されている。近年のゲルサイエンスの精力的な研究により、飛躍的に高機能化が進んでいる。その際、ネットワークを形成する高分子主鎖と架橋点の合目的な設計が重要となる。主骨格に刺激応答性高分子、架橋点に非共有結合を採用することで、ゲルに動的な特性を付与でき、自己修復・環境応答・形状固定/記憶等のスマート機能を設計できる。一方、非共有結合ゲルの力学強度は低く、機械特性と動的特性(スマート機能)を高い次元で両立させることが課題となっている。近年の社会的背景から、生体親和性の再生可能資源を用いたシステムの構築も求められる。我々はアミノ酸を原料とする環境調和型スマート高分子の開発を進めてきた。アミノ酸種の選択で温度応答様式(下限/上限臨界溶液温度(LCST/ UCST))や応答温度を制御でき、生体親和性のため、医用・化粧品材料として有望である。本研究は、アミノ酸系高分子を基盤とするスマートゲルの高強度化戦略の確立を目指した。具体的には、側鎖間で温度応答性水素結合ネットワークを形成するグリシンアミドビニルポリマー(PNAGAm)(UCST 型)と生体親和性のポリビニルアルコール(PVA)からなる相互侵入高分子網目構造(IPN)による高強度化を検討した(Figure 1)。また、LCST 型アラニンメチルエステルビニルポリマー(PNAAMe)の IPN 化についても検討した。

〔実験方法および結果・考察〕 PNAGAm と PVA からなる IPN ゲル調製は、(a) 予め合成した PNAGAm の UCST 挙動を利用して PVA と混合させた後にホウ砂で PVA を架橋する(ポリマーブレンド)手法、(b) PVA 水溶液中で NAGAm の重合後にホウ砂で架橋する手法の二つの戦略を採用した。いずれの場合も、二成

分の割合を様々に変化させ、ゲル物性(粘弾性、引張り強度、温度応答性)に及ぼす影響を評価した。また、機械的特性に加えて、IPN 化がゲルの自己修復性、形状固定/記憶特性に及ぼす影響も検討した。(a)の手法により、分子量を制御した PNAGAm と PVA の総量が 4 wt%となるように、PNAGAm のみ(SN ゲル(4 wt%))、PVA のみ(ホウ砂架橋)(SN ゲル(4 wt%))、および PNAGAm (3 wt%)と PVA(1 wt%)からなる IPN ゲルを作成した。構造は SEM および WAXS 分析から評価した。各ハイドロゲルの動的粘弾性を評価したところ、IPN ゲルの貯蔵弾性率  $G'$  値は PNAGAm SN ゲルと比較して 3.6 倍、PVA SN ゲルと比較して 12 倍大きくなることがわかった。IPN 化によりエネルギーが効率的に分散され、機械特性の向上につながった。(b)の手法でも IPN ゲルを調製可能であり、その際 PNAGAm/PVA 比が機械特性に影響することも明らかにした。また、IPN ゲルは UCST 型の可逆的な膨潤収縮および形状固定/記憶挙動を示し、PNAGAm 由来の機能は維持されることがわかった。LCST 型 PNAAMe と pH 応答性グリシンビニルポリマー(PNAG)の IPN 化による高強度化についても達成した。生体材料やアクチュエータなどへの応用が期待される。



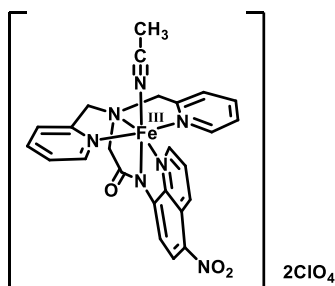
**Figure 1.** Schematic illustration of IPN-hydrogel composed of PNAGAm and PVA-networks.

## 酵素型錯体触媒の開発

人見 穰

### 1. 緒言

数ある C-H 結合の中から, 1 つのみを選択的に水酸化する反応は, 有機合成化学上, 有用である. 選択的酸化反応では, 温和で天然物のような複雑化合物の合成にも適用でき, 活性なアリル位を直接的に酸化させる White パラジウム触媒[1]や, 同じく White らによって報告された配向基なしに第 3 級 C-H 結合を選択的に水酸化する  $\text{Fe}(\text{S,S-PDP})$  触媒[2]などがある.



我々は, 5 座単核鉄(III)錯体  $\text{Fe}(\text{dpaq})$ [3]のキノリン環の 5 位に電子求引基であるニトロ基を導入した単核カルボキサミド鉄錯体  $[\text{Fe}^{\text{III}}(\text{dpaq}^{\text{NO}_2})(\text{MeCN})](\text{ClO}_4)_2$  (**1**) がアダマンタンの水酸化に対して高い位置選択性を示すことが報告している. 本研究では, 多くの錯体触媒で触媒回転数 (TON) の向上が報告されている固体担持に着目した. 例えば, Pariyar らは, 層状粘土鉱物である Montmorillonite K-10 (Mont-K10) に  $\text{cis-}[\text{Fe}^{\text{III}}(\text{cyclam})\text{Cl}_2]\text{Cl}$  を吸着固定化することによって, 過酸化水素を酸化剤とするアダマンタンの水酸化に対して高い選択性を示すことが報告されている[4]. 本研究では, 錯体 **1** の酸化触媒能に対する Mont-K10 の添加効果を評価した.

### 2. 実験方法

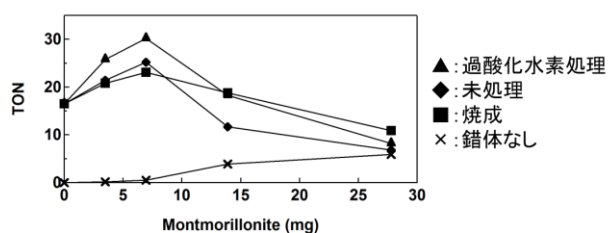
錯体 **1** の合成は文献[3]に従い合成した. Mont-K10

は SIGMA-ALDRICH 社から購入し, 未処理, あるいは過酸化水素による処理, 焼成を行った. 過酸化水素処理: 30%過酸化水素 (25 mL) に Mont-K10 (300 mg) を加え, 10 時間攪拌後, Mont-K10 を濾取し, 水で洗浄した後, 12 時間真空乾燥させた. 熱処理: マッフル炉を用いて Mont-K10 を  $400^\circ\text{C}$ , 4 時間焼成した.

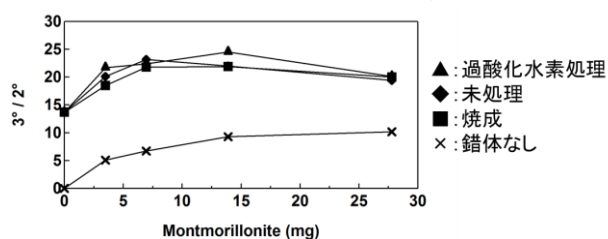
アダマンタンの酸化反応: 錯体 **1** (1 mM) と基質にアダマンタン (13.6 mg, 0.1 mmol) を含むアセトニトリル溶液中 (1 mL) に, 前処理方法の異なる Mont-K10 (0 to 27.8 mg) を添加し, 過酸化水素のアセトニトリル溶液 (120  $\mu\text{mol}$ , 0.5 mL) を 150 分かけて添加した. 反応終了後, 内部標準にニトロベンゼン (100  $\mu\text{L}$ , 20  $\mu\text{mol}$ ) を加え, ガスクロマトグラフィーを用いて反応生成物を定量した.

### 3. 結果と考察

錯体 **1** の酸化触媒能に対する Mont-K10 の添加効果を, 未処理, 過酸化水素による前処理あるいは熱処理を行った Mont-K10 を用いて評価した結果, 6.9 mg の過酸化水素処理の Mont-K10 を添加することが最も高い TON を示した (図 1). アダマンタンの第 2 級 C-H 結合に対する第 3 級 C-H 結合酸化の選択性は, 13.9 mg の過酸化水素処理 Mont-K10 を添加した時に最も高い選択性を示した (図 2). また, Mont-K10 のみでも過酸化水素との反応が進行することが判明した. これらの結果から, Mont-K10 の添加量が少ない場合は, Mont-K10 への錯体 **1** の吸着のために TON および選択性が向上することを示唆している. また, Mont-K10 の増加に伴う TON および選択性の低下は, 過剰量の Mont-K10 による反応が優先するためだと考えられる.



**Fig. 1** TON for the oxidation of adamantane catalyzed by **1** with hydrogen peroxide in the presence of Mont-K10 (▲: pre-treated with hydrogen peroxide, ■: calcined at 673 K, ◆: untreated, ×: untreated Mont-K10 without **1**).



**Fig. 2** Selectivity for tertiary C-H bonds over secondary C-H bonds for the adamantane oxidation catalyzed by **1** with hydrogen peroxide in the presence of Mont-K10 (▲: pre-treated with hydrogen peroxide, ■: calcined at 673 K, ◆: untreated, ×: untreated Mont-K10 without **1**).

#### 4. 参考文献

- [1] M. C. White *et al.* *J. Am. Chem. Soc.* **2004**, *126*, 1346.
- [2] M. S. Chen & C. White *Science* **2007**, *318*, 783.
- [3] Y. Hitomi *et al.* *Chem. Eur. J.* **2013**, *19*, 14697.
- [4] A. Pariyar *et al.* *Catal. Sci. Technol.* **2014**, *4*, 3180.