

上手く行なわれてきた授業進行スタイルを一切変えることなく、問題解答部分のみにシンプルなデジタル環境を付加することによって、紙媒体テキストでありながらデジタル学習環境のメリットも享受できるようにし、携帯電話端末さえあれば普通教室での授業進行にも対応するよう開発を行い授業実践を進めることができた。

(2) 「英語スピーチ・プレゼンテーションを活用した英語科教育法の研究」においては、世界の急激な変化に対応すべく、英語科教員の英語力を含めた体制整備に注目し、将来英語科教員を希望する学生が英語を使用して授業を行うことができるようになるため、英語教育についての知識を英語で学習できる Teaching Knowledge Test (TKT) のコースを利用した指導についての研究を行った。

また、日本の学校英語教育に欠けていると考えられる英語スピーチについての研究も行った。オバマ大統領の演説を分析し、首句反復、並列、対比などの修辞技法を明らかにした。その他、世界の国々でスピーチ活動を行っているトーストマスターズ・インターナショナルの例会に参加し、その活動を観察、分析した。そして、これらの知見を応用して、福岡大学の英語学科の学生を全国学生英語プレゼンテーション大会に2年連続で出場させ、実践においても分析内容が有効であることを実証した。

【研究業績】

学術論文：

福田慎司 (2013). オバマ大統領第二期就任演説の内容と特徴的修辞技法の分析『福岡大学人文論叢』45(1・2), pp. 53-70.

福田慎司 (2013). 英語圏におけるスピーチクラブの例会の観察と分析—英国とアイルランドにおけるケーススタディー『福岡大学言語教育研究センター紀要』12, pp. 1-15.

福田慎司 (2014). 英語科教育法における Teaching Knowledge Test (TKT) コースを利用した指導の可能性『福岡大学人文論叢』45(4), pp. 507-520.

福田慎司 (2014). 大学の英語授業におけるスピーチ訓練を利用した指導の可能性『福岡大学人文論叢』46(1), pp. 131-148.

福田慎司 (2014). 非英語圏におけるスピーチクラ

ブの例会の観察と分析—ヨーロッパでのケーススタディー『福岡大学言語教育研究センター紀要』13, pp. 27-38.

奥田裕司 (2014). 紙媒体テキストにおけるデジタル拡張機能の開発—英語授業を活性化する仕組みと仕掛け作り—『福岡大学人文論叢』46(1), pp. 97-129.

学会発表：

奥田裕司 (2012). デジタル拡張型英語テキストの開発—授業内環境の調和構築を目指して『外国語教育メディア学会第52回全国研究大会』：甲南大学

福田慎司 (2012). Speech-making in College EFL Classes through the Analysis of Speeches. “19th International Conference on Learning”：英国・ロンドン

福田慎司 (2012). Analyzing Speech Activities in College EFL Classes in Japan. “10th Asia TEFL International Conference”：インド・ニューデリー

奥田裕司 (2013). いかにか大学の英語授業を活性化するか『英語能力測定・評価研究会 [VELC 研究会] 第2回研究会』：研究社英語センター

奥田裕司 (2013). テキスト+デジタル拡張機能 (CheckLink) の開発と実践：授業を活性化する仕組みと仕掛け作り『大学英语教育学会第52回国際大会』：京都大学

福田慎司 (2013). Teaching Speech-making in College EFL Classes through the Analysis of Obama's Second Inaugural Address. “Applied Linguistics Association of Korea 2013 International Conference”：韓国・プサン

福田慎司 (2014). Speech-making in College EFL Classes through the Analysis of Obama's Second Inaugural Address. “17th World Congress of Applied Linguistics (AILA 2014)”：オーストラリア・ブリスベン

福田慎司 (2014). 大学の授業における英語スピーチ・トレーニングの実践『第43回九州英語教育学会大分研究大会』：大分大学

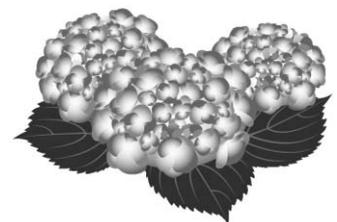
平均して15名前後の参加者がある。このように、大学の枠を超えた研究交流も行われている。また大学院生にも参加の機会が与えられていることから、大学院生教育の場としても役立っていることを付言しておく。

最後に、研究会で発表された比較的最近のテーマのうち、とくに重要と思われるものを3点紹介しておく。

- 畑中教授による在外研究（フィンランド共和国・トゥルク大学）での帰国報告では、フィンランドでの土地利用や登記制度の現状や法制度についての紹介があった。この研究成果は福岡大学法学論叢に研究論文として公表されている。またトゥルク大学法学部研究者との共同研究論文の執筆も準備中とのことである。
- 生田教授による「スルガ銀行・日本 IBM 事件」に関する判例研究報告では、システム開発の頓挫と開発業者の責任についての研究報告があった。これは同教授による長年の研究テーマである請負契約の一成果に加えるべきものである。この研究成果も、福岡大学法学論叢で公表されており、学会回顧で紹介されるなど重要な意義を有するものと評価されている。
- 白須講師による「第三者による子の養育—フランス法からの考察」と題する研究報告は、わが国には存在しないフランス法制度の比較法的研究である。私法学会での個別報告に発展した重要なテーマであり、学会でも高い評価を受けている。

なお、このほか、本学外からの報告もあり、国際私法分野の成果も多く示されている。有意義で活発な討論が行われているが、ここでは紙面の都合上割愛させていただいたことをお断りしておく。

領域別研究の支援によって、各メンバーの研究は一步一步着実に進んでいると自負している。このような成果に甘んじることなく、「生きた民法」の生成・発展に寄与すべく、鋭意研鑽を重ねていく所存である。今後ともご支援をいただければ幸いである。



位相不変量による空間のトポロジーの研究

トポロジー研究（課題番号：125001）

研究期間：平成24年4月1日～平成27年3月31日

研究代表者：石黒賢士 研究員：小田信行、宮内敏行、中岡史絵

【研究成果】

位相空間などの幾何学的対象はホモロジー群、コホモロジー環、ホモトピー群といった位相不変量を中心とした代数的概念を用いることで、より深く位相的性質を研究することが可能となる。そのような研究は新たな位相不変量なども含め新分野を開拓し、ホモロジー代数の発達と共にトポロジー研究の飛躍的高度化を促してきた。

トポロジー研究において、位相空間の連続的変換に対する不変量を研究するホモトピー論の研究が様々な分野への応用も含めて重要性を増している。代数的対象をホモトピー論的に幾何学的対象として構築する動きが、一つの流れとして位相幾何学のなかであり、様々な国際コンファレンスにおける主要なテーマとなっている。Lie群の分類空間の一般化である p -コンパクト群、分類空間のコホモロジー環に関するInvariant理論やペアリング問題、また位相空間論の一般化と随伴同相写像の位相不変量に関する研究を含むものである。さらに、位相空間のホモトピー不変量であるL-Sカテゴリ数はロボットの動作設計や、センサーの配置設計などの工学の分野へも応用できることが最近注目されている。このような背景のなかで、位相的な観点から空間のトポロジーに関する研究を行った。具体的な研究成果および今後の展望は以下の通りである。

石黒はコンパクトLie群の分類空間と p -コンパクト群のトポロジーに関する研究を行った。分類空間の代数的構造及び位相的構造についてファイバー空間のコホモロジー論やWeyl群の作用等を用いて調べた。具体的には、コンパクトLie群のカテゴリールでのホモトピー論の研究をし、ペアリング問題についてはユニタリー群などの連結なLie群のmonomorphismの場合についての結果も幾つか得ら

れている。また、有限群や直交群など非連結なLie群の分類空間に対する類似問題も考察中である。Invariant理論に関しては、位相的にはコンパクト連結Lie群の分類空間の有理コホモロジーがWeyl群の作用によるinvariant環で表されるので、鏡映群としての対称群の様々な表現に関するinvariant環の代数構造について研究中であり、complete intersectionやCohen-Macaulay環となる場合などの部分的な結果が得られている。特に、Weyl群のdual表現や整数上同値な表現のmodular版についての研究が古典群の場合に一定の成果をあげている。また、K-理論を用いて、分類空間のコホモロジー論とWeyl群の関係、そしてSteernod代数上のunstable algebraの実現問題についても調べた。

中岡・小田は位相空間の概念を一般化した。従来、位相空間の一般化の研究は、位相空間の公理の一部だけが成立するような集合族を考えてそれらの集合族のもつ様々な性質を調べることによりなされていた。そのような方法とは異なる方法により位相空間の概念を一般化した。この定式化は笠原作用子を一般化した κ 作用子を定義することにより得られた。笠原作用子は、位相空間の部分集合族に対して定義されたものが研究されてきたが、中岡・小田は位相空間の一般化として κ 作用子をもつ集合を κ 空間と定義しその性質を調べた。 κ 作用子はクラトフスキー閉包作用子の公理の1つを満たすが、閉集合を一般化するために導入されたものではなく、位相空間の一般化を定式化するものである。 κ 空間は位相空間と異なり、各点は必ずしも近傍を持たない。しかし、位相空間と類似の一般化された開集合族が定義されるのでその性質を調べた。特に、2種類の閉包と2種類の内部が定義される。それらは一般には異なるが、それらの違いも詳しく調べた。いくつか

の空間に対して κ 作用子を用いて部分集合の閉包や内部を決定した。また、極大開集合、極小開集合、極大閉集合、極小閉集合等の一般化する理論を得るため、極大対象と極小対象を定義し、いくつかの公理を定めることにより様々な性質を得た。さらに、それらの理論を κ 空間に応用した。加えて、小田は 0 次元 K 群とファントム写像との関係を得た。特別な空間のクラスを定義し、その性質を調べ、重要な例を与え、ゴットリーブ群を用いて連続写像のホモトピー類の集合に部分集合の族を定義し、それらの基本性質を調べた。

宮内は信州大学の向井純夫氏と井上朋久氏との共同研究において、位相空間について CW-複体としての構造および各接着写像のホモトピー類の性質による研究を、各次元に胞体が 1 つずつある単純な構造であるが、重要な位相空間である実射影空間に対して行った。懸垂無限次元実射影空間の自己ホモトピー集合は非可換群であることが、Fred Cohen 氏により証明されているが、4 次元以下の実射影空間では可換群であることが向井純夫氏により証明されており、どの次元以降で群が非可換になるかが問題になっている。ホモトピー集合における始対象の懸垂構造による群の可換性と始対象の胞体構造における接着写像との関係を構築し、実射影空間の胞体構造における接着写像のホモトピー類の情報を精細に調べることで、懸垂 5 次元実射影空間の自己ホモトピー集合が可換群であることを示し、その群構造および、懸垂 5 次元実射影空間の自己同型群の群構造の決定を行った。また、同様の議論により懸垂 6 次元実射影空間についても自己ホモトピー集合が可換群であることを示すことができたが、7 次元以降は未だ不明である。球面のホモトピー群についての研究を行い、30 年間未決定であった 31-stem の一部のホモトピー群の群構造の決定を行った。またその過程において、球面のホモトピー群の生成元についての関係式をいくつか得ることができた。現在、これらの球面のホモトピー群の研究成果を用いて、向井純夫氏と韓国・高麗大学の Jin ho Lee 氏と共同で重要な Lie 群である回転群のホモトピー群の研究を行っている。

【研究業績】

- [1] K. Ishiguro, S. Kudo and T. Nakano, Pairings and monomorphisms of classifying spaces, *Topology and its Applications* 160(2012), 264-272.
- [2] K. Ishiguro and S. Kudo, Generators of invariant rings and modular representations of symmetric groups, *Fukuoka University Science Reports*, vol 43 (1)(2013), 1-9.
- [3] K. Ishiguro and F. Yayama, Pairing problem of classifying spaces and admissible maps, *Fukuoka University Science Reports*, vol 44(1)(2014), 53-64.
- [4] H. Kihara and N. Oda, Homotopical presentations and calculations of algebraic K_0 -groups for rings of continuous functions, *Publications of the Research Institute for Mathematical Sciences*, 48(2012), 65-82.
- [5] N. Iwase, M. Mimura, N. Oda and Y. S. Yoon, The Milnor-Stasheff filtration on spaces and generalized cyclic maps, *Canadian Mathematical Bulletin*, 55(2012), 523-536.
- [6] J.-R. Kim and N. Oda, The set of cyclic-element preserving maps, *Topology and its Applications* 160 (2013), 794-805.
- [7] F. Nakaoka and N. Oda, Interiors and closures in a set with an operation, *Communications of the Korean Mathematical Society* 29(2014), 555-568.
- [8] F. Nakaoka and N. Oda, Maximal objects and minimal objects in the sets with operations, *Fukuoka University Science Reports*, vol 45(1)(2015), 1-7
- [9] T. Inoue, T. Miyauchi and J. Mukai, Self-homotopy of a suspension of the real 5-projective space, *JP J. Geom. Topol.* 12(2012), 111-158.
- [10] T. Inoue, T. Miyauchi and J. Mukai, The 2-components of the 31-stem homotopy groups of the 9 and 10-spheres, *J. Fac. Sci. Shinshu Univ.* 46 (2015), 1-19.

指示に基づく集団の意思決定モデル構築に関する研究

集団行動モデル研究（課題番号：125005）
研究期間：平成24年4月1日～平成27年3月31日
研究代表者：秋山英久 研究員：荒牧重登

はじめに

本研究では、自律的な個体の集団に対して人間が指示を与え、集団としての行動パターンを適応させる手法の実現を目的とする。

人間のように自律的に意思決定する個体の集団に対して、外部からの指示によって集団を集中制御することは難しい。扱うタスクが大規模化・複雑化するに従い、すべての個体へ適切な支持を与えることが困難になるためである。この問題に対して、集団に対して指示を与えるためのインタフェースの試作、および、指示によって集団の行動を変化させるための意思決定モデルの提案を行った。実験環境としてフォームとして、RoboCup サッカー 2D シミュレータを用いる。

RoboCup サッカー 2D シミュレータは2次元平面上でのサッカーシミュレーションを実現するソフトウェアである。ロボットやセンサの制御技術そのものには注目しておらず、マルチエージェントによるチームワーク研究に焦点を合わせているのが特徴である。本稿では、シミュレータ上で動作する選手をサッカーエージェントと呼ぶ。サッカーエージェントは個々が独立して制御される。各サッカーエージェントは独自の視聴覚センサを有しており、仮想サッカーフィールド上の状態を部分的にしか観測できない。0.1秒ごとの意思決定が要求されるため、高速な処理も求められる。RoboCup サッカー 2D シミュレータでは完全な分散マルチエージェント環境が実現されており、マルチエージェントシステム研究のテストベッドとして知られている。

指示インタフェースの試作

サッカーエージェントに対して人間が指示を与えることを可能とするインタフェースとなる GUI アプリケーションを試作した。

このアプリケーションは個々のサッカーエージェントと直接通信し、GUI上での人間の操作内容を各エージェントへ送信する。

また、各エージェントが持つ内部状態を受信して、GUI上の仮想サッカーフィールドに再現することができる。現在の実装では、指定位置への移動、指定位置へのパス、指定位置へのドリブル、を指示可能である。これらの指示はすべてマウス操作で与えることができる。キーボード操作を組み合わせたいくつかのオプションも用意した。

指示内容はサッカーエージェントが持つ行動評価関数に作用する。例えば、パスを指示された場合はそのパスに近い行動の評価値が高くなるように評価関数が修正される。評価関数の適切な修正方法については次に述べるランキング学習の適用が有望である。

ランキング学習を用いた行動評価関数の獲得

サッカーの試合において、選手が取りうる行動は無数に存在する。各選手はそれらの中から適切な行動計画を作成、選択しながらチームワークを実現する。選手はどの行動が適切かを評価しなければならない。しかしながら、行動の適切さを測る明確な指標を示すことは困難である。これまでにサッカーシミュレーション上で開発してきたエージェントプログラムでは、エージェントが生成した行動計画の評価方法としてプログラム開発者が人手で組み込んだルールを使用していた。このアプローチでは、開発者が意図する行動を実現できる場合もあるものの、膨大なルールの組み合わせを検証するコストが極めて大きく、行動に対して適切な評価を与えることが困難であった。

上記のような問題に対して、情報検索技術分野で

の応用が進められているランキング学習の導入を提案した。ランク学習とは、クエリに対する複数の検索結果を適切にランク付けすることを目的として提案された機械学習手法のひとつである。マルチエージェントの意思決定においては、現在状態をクエリとし、エージェントプログラムが生成した複数の行動計画を検索結果とみなすことができる。ランク学習を用いることによって、生成された行動計画の良し悪しの順序付けを人間が判断することで、行動に対する数値的評価を適切に行えるよう、エージェントプログラム自身が学習することになる。人間による行動の良し悪しの順序付けは、指示を与えることと同義である。

近年の計算機能力の向上に伴い、サッカーのような連続状態行動空間かつリアルタイムの意思決定が求められるタスクにおいても、オンラインでの探索手法が適用されるようになりつつある。本研究では、自分と他者を含めた複数のエージェントによって実行される行動（サッカーの場合はパス、ドリブル、シュートなど）を生成し、探索木にノードとして格納していくことで有効な行動連鎖の探索を実現するフレームワークを用いた。このフレームワークでは、サッカーエージェントが生成・列挙した行動に評価値を付与し、評価値がもっとも高い行動が実行される。

列挙された行動はそれぞれが評価値を持っており、順位付けが可能である。この順位付けがチーム開発者の意図になるべく近いものとなるように、行動評価関数が設計される必要がある。この問題に対して、ランキング学習の適用が有望である。情報検索システムと照らしあわせれば、クエリはサッカーエージェントが信念として持つ状態、検索結果は列挙された行動列の候補と捉えることができる。

ランキング学習を実装したサッカーエージェントを試作し、動作実験を行った。現在の実装ではオンラインでの指示には対応しておらず、予め用意した学習データを試合開始前にエージェントに与えるオフライン学習となっている。

集団行動の分析

集団行動の分析に向けて、サッカーエージェントの配置を推定する手法を検討した。本研究では、

k-means 法と Delaunay 三角形分割を組み合わせた手法を提案した。k-means 法はクラスタリング手法の一種であり、ある空間内に散在するデータを与えられたクラスタ数 k 個に分類する。分類された k 個のクラスタ中心を用いて Delaunay 三角形分割を構成し、内挿法によって未知の状態に対する選手配置を推定する。

サッカーのようなボールゲームを行動空間として設定する場合、その空間におけるボールの位置をもっとも重要な状態変数と考えることは自然である。

本研究では三角形分割による関数表現モデルを用い、ボール位置を入力、選手位置を出力とする関数を生成する。これを三角形分割モデルと呼ぶ。三角形分割モデルでは対象の空間を Delaunay 三角形分割によって分割し、三角形の各頂点からの出力値より単純な内挿法を用いて線形補間を行う。これにより教師データとして与えられた各サンプルが局所的に作用し、他のサンプルへの影響を最小限に抑えることが可能となっている。

まとめ

本研究では、人間の指示に基づいて集団行動を適応させることを目的とし、指示インタフェースの試作、および、意思決定モデルを提案した。また、集団行動を分析するための手法の一つとして、エージェントの配置を推定する手法を検討した。

【研究業績】

1. Hidehisa Akiyama, Tomoharu Nakashima, Shigeto Aramaki, Online Cooperative Behavior Planning using a Tree Search Method in the RoboCup Soccer Simulation, Proc. of 4th IEEE International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS-2012), 2012.
2. Hidehisa Akiyama, Tomoharu Nakashima, Shigeto Aramaki, Team Formation Estimation using Cluster Analysis and Triangulation Model, Proceedings of SCIS & ISIS 2012, 2012.
3. Hidehisa Akiyama, Tomoharu Nakashima, HELIOS Base: An Open Source Package for the RoboCup Soccer 2D Simulation, The 17th annual RoboCup International Symposium, July 1, 2013.

4. Hidehisa Akiyama, Masashi Tsuji, Shigeto Aramaki, Estimating Strategic Position of Soccer Agent using Cluster Analysis, International Conference on Computer Science and its Applications (ICCSA), 2013.
5. 秋山英久, 辻将司, 荒牧重登, ランキング学習を用いたサッカーエージェントの行動評価関数の獲得, 第33回ゲーム情報学研究会, 2015.
6. 秋山英久, 中島智晴, 荒牧重登, 三角形分割を用いた関数表現モデルによる複数エージェントの配置予測, 第22回インテリジェントシステムシンポジウム (FAN2012), 2012.
7. 秋山英久, 荒牧重登, 行動連鎖探索によるアクションゲームエージェント制御, 第28回ファジィシステムシンポジウム, FG2-2, 2012.
8. 秋山英久, サッカーエージェント開発における技術動向と今後の展望, 第29回ファジィシステムシンポジウム, WD2-4, 2013.
9. 辻将司, 秋山英久, 荒牧重登, ロボカップサッカーにおけるクラスタリングを用いたプレイヤーの配置推定, 第23回インテリジェントシステムシンポジウム (FAN2013), 2013.



直進歩行は、匂い源付近での局所探索歩行、その匂い刺激終了後の歩行範囲、歩行距離、左右ターン角度の大きい歩行は、一旦匂いを見失った際の探索歩行に相当すると考えている。一方、国内では採餌対象ではないクローブの匂いでは、匂い刺激中と刺激後の歩行範囲、歩行距離、平均ターン角度に変化は見られなかった。このことは、学習した匂いの種類によって歩行に対する効果が異なることを示唆する。さらに、尻振りダンスに伴う振動刺激の影響を調べた。オレンジの匂い刺激による歩行中に提示した尻振りダンス音、飛翔音、ホワイトノイズのいずれに対しても、歩行範囲、歩行速度、平均ターン角度が上昇した。

これらの歩行を制御する神経機構を調べるため、拘束下歩行パターン解析装置上で疑似自由歩行状態のミツバチ個体の脳内ニューロンから、匂いと振動の組み合わせ刺激に対する神経活動の記録を試みた。しかし、頭部を固定したことで、自然な歩行の誘発ができなかった。そこで、個体全体を固定した状態で、匂いと振動の組み合わせ刺激に対する脳内ニューロンの活動を記録した。その結果、振動刺激のみには応答しないが、匂い刺激中に振動刺激を与えると、持続的に応答する脳下降性ニューロンを同定した。このニューロンが、匂い刺激と同時に振動刺激で生じる歩行に関わる可能性が示唆された。

3) ミツバチコロニー内での振動シグナル

(伊東綱男)

働きバチが発信する振動シグナルであるパイピングシグナルに関して、シグナルの発信推移比較およびシグナル受信者の受信前後の行動比較を行なった。コロニー規模の拡大前後では、シグナル総数はほぼ倍増した。一方、採餌活動の指標として尻振りダンス数を見ると、むしろコロニー規模拡大後の方が少なくなっており、シグナル発信総数と尻振りダンス数との間に直接の相関は見られなかった。パイピングシグナルは、短シグナル(0.3秒未満)、中シグナル(0.3~1秒未満)、長シグナル(1秒以上)に分けられる。シグナル長別の発信数割合は、コロニー規模の拡大にともなって、短シグナルの割合が小さくなり、中シグナルと長シグナルの割合が大きくなった。このうち短シグナルの頻度推移は尻振りダ

ンス数推移と約30分の周期遅れで高い相関を示した。短シグナルは尻振りダンスに対して抑制的に作用し、過度な採餌を抑える可能性が考えられる。一方、中、長シグナルでは尻振りダンス数推移との間で明確な相関は見られなかった。シグナル受信個体について受信前後で口器接触や巣房検査の頻度を比較すると、シグナル長別に増加や減少する個体が見られたが、その差は小さく有意な変化は確認できなかった。また、シグナル受信個体の尻振りダンスへの追従促進も見られないことから、パイピングシグナルは受信個体の行動に即時のおよび直接的に影響することはないことが示唆された。

パイピングシグナルが受信個体に及ぼす内的影響を検証するために、脚部に与えた振動刺激が音条件付けにおよぼす影響を調べた。尻振りダンス音での条件付けに先行する振動刺激が長シグナル相当(1~2秒)であると、学習率が有意に高くなった。その際に、調べた範囲では振動刺激の先行間隔が長いほど学習率が高くなった。この結果と行動追跡の結果から、長シグナルは特定の行動を誘発するのではなく、個体の感覚系や学習系などに遅延的な影響を与える可能性が示唆される。

【業績】

1. Hiroyuki Ai. and Tsunao Itoh: The Auditory System of the Honeybee. In “Honeybee Neurobiology and Behaviors. (Eds.: Eisenhardt, D., Galizia, C. G. and Giurfa, M.)” Chapter 4.3, 2nd ed. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, Germany (2012).
2. Hiroyuki Ai, Hiromi Hagio: Morphological analysis of the primary center receiving spatial information transferred by the waggle dance of honeybees. *J Comp Neurol.* 521: 2570-2584 (2013).
3. Watanabe H, Shimohigashi M, Yokohari F. Serotonin-immunoreactive sensory neurons in the antenna of the cockroach *Periplaneta americana*. *The Journal of Comparative Neurology* 522: 414-434 (2014).

と子の喘鳴との間には有意な負の量-反応関係を認めた。しかしながら、そのような負の関連はアトピー性皮膚炎には認められなかった。

2) 喫煙とアレルギー疾患との関連

1,743名の妊婦を解析対象者とした。自記式質問調査票により、喫煙の情報を得た。European Community Respiratory Health Survey の基準に基づき、喘鳴及び喘息を定義した。アトピー性皮膚炎及びアレルギー性鼻結膜炎は ISAAC に基づいて定義した。非喫煙に比較して、 ≥ 4 パック一年の喫煙では、喘鳴の有症率と有意な正の関連を認めた。一方、喘息、アトピー性皮膚炎及びアレルギー性鼻結膜炎の有症率と能動喫煙の間には、統計学的に有意な関連は認めなかった。非喫煙者のみを対象とした受動喫煙とアレルギー疾患との関連の解析では、家庭と職場で煙草煙曝露があることは、非曝露に比較して、喘鳴及びアレルギー性鼻結膜炎有症率と有意な正の関連を認めた。

3) 社会経済的要因と妊娠中のうつ症状との関連

1,741名の妊婦を対象とし、就業の有無、雇用形態、職種、家計の年収、教育歴と妊娠中のうつ症状との関連について解析した。Center for Epidemiologic Studies Depression Scale で16点以上をうつ症状有りと定義した。妊娠中のうつ症状の有症率は19.3%であった。非就業に比較して、就業していることは、妊娠中うつ症状の有症率と有意な負の関連を認めた。また、専門的或いは技術的な職業および事務系の職種は、妊娠中うつ症状の有症率と有意な負の関連を認めたが、販売、サービス業及び生産業とは関連を認めなかった。家計の年収と教育歴は、妊娠中のうつ症状と統計学的に有意な関連は認めなかった。

4) 妊娠中の母親の喫煙と子の出生時体格との関連

1,565組の単胎妊娠で出生した母子を解析対象者とした。母親の能動喫煙及び受動喫煙の情報は、ベースライン調査時及び出生時追跡調査で、自記式質問調査票を用いて得た。出生時体重2,500g未満を Low birth weight (LBW)、出生時37週未満を preterm birth と定義した。2010年の板橋らによる在胎期間別出生時体格標準値に従い、性別、初産経産別、在胎週

別に出生体重が10パーセント未満を small-for-gestational age (SGA) と定義した。妊娠中非喫煙に比較し、妊娠中通しての喫煙は有意に SGA のリスクの高まりと関連していた。母親の能動喫煙と LBW は関連を認めなかった。妊娠中非喫煙群と妊娠中通しての喫煙群との補正平均出生時体重の差は 169.6g であった。母親の受動喫煙は、いずれの結果因子とも統計学的に有意な関連は認めなかった。

5) VDR 遺伝子多型と歯周病との関連

遺伝情報があり、且つ歯周ポケット測定を実施した1150名を解析対象者とした。3.5mm以上の歯周ポケットを1歯以上有している場合を症例群と設定したところ、131名が該当した。残りの1,019名を対照群とした。SNP rs731236のAA遺伝子型に比較して、GG遺伝子型では、有意に歯周病のリスクが高まった。SNP rs7975232、rs1544410及びrs2228570と歯周病の間には、統計学的に有意な関連は認めなかった。SNP rs7975232のCC或いはCA遺伝子型を持つ非喫煙者に比較して、AA遺伝子型の喫煙者では、有意に歯周病のリスクが高まっており、喫煙との間に有意な additive interaction を認めたものの、multiplicative interaction は統計学的に有意ではなかった。

[考 察]

「九州・沖縄母子保健研究」の参加者は自主的に調査に参加した妊婦であり、平成19年度における九州・沖縄の全妊婦のほんの数パーセントの参加にすぎない。そのため一般集団を代表しておらず、本研究結果を単純に一般化することはできない。一方、意識の高い妊婦に調査に参加いただいているため、脱落率は低い。コホート研究では、代表性よりも追跡率の高さが重要であり、本コホート研究は質の高いエビデンスを供することができる。

今回、様々な環境要因、遺伝的要因とアレルギー、うつ症状、歯周病といった母子の健康問題との関連について解析したが、これらの関連について、未だ十分なエビデンスが蓄積されていない。さらにメカニズムに関する基礎研究の報告も少なく、結果を解釈する際には、注意が必要である。

今後も追跡調査を継続し、日本人におけるアレル

ギー疾患をはじめ、うつ病、歯周疾患、発達、齲蝕等、母子の健康問題のリスク要因について、環境要因、遺伝要因、遺伝要因と環境要因との交互作用等、様々な観点から詳細に検討する必要がある。

【研究業績】

1. Miyake Y, Tanaka K, Arakawa M. Polymorphisms in the *IL4* gene, smoking, and rhinoconjunctivitis in Japanese women: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *Hum Immunol.* 2012; 73: 1046-9.
2. Miyake Y, Tanaka K, Arakawa M. Employment, income, and education and prevalence of depressive symptoms during pregnancy: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *BMC Psychiatry.* 2012; 12: 117.
3. Miyake Y, Tanaka K, Okubo H, Sasaki S, Arakawa M. Dairy food, calcium, and vitamin D intake and prevalence of allergic disorders in pregnant Japanese women. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2012; 16: 255-61.
4. Tanaka K, Miyake Y, Arakawa M. Smoking and prevalence of allergic disorders in Japanese pregnant women: baseline data from the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *Environ Health* 2012, 11:15
5. Miyake Y, Tanaka K, Okubo H, Sasaki S, Arakawa M. Dietary meat and fat intake and prevalence of rhinoconjunctivitis in pregnant Japanese women: baseline data from the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *Nutr J.* 2012; 11: 19.
6. Miyake Y, Tanaka K, Arakawa M. *ADAM33* polymorphisms, smoking, and asthma in Japanese women: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2012; 16: 974-9.
7. Miyake Y, Tanaka K, Arakawa M. *ADAM33* genetic polymorphisms, smoking, and rhinoconjunctivitis in Japanese women: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *Hum Immunol.* 2012; 73: 411-5.
8. Miyake Y, Tanaka K, Okubo H, Sasaki S, Arakawa M. Maternal fat intake during pregnancy and wheeze and eczema in Japanese infants: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *Ann Epidemiol.* 2013; 23: 674-80
9. Miyake Y, Tanaka K, Arakawa M. Relationship between polymorphisms in *IL4* and asthma in Japanese women: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *J Investig Allergol Clin Immunol.* 2013; 23: 242-7.
10. Miyake Y, Tanaka K, Arakawa M. Active and passive maternal smoking during pregnancy and birth outcomes: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *BMC Pregnancy and Childbirth.* 2013; 13: 157
11. Miyake Y, Tanaka K, Arakawa M. *IL3* SNP rs40401 variant is a risk factor for rhinoconjunctivitis in Japanese women: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *Cytokine.* 2013; 64: 86-9.
12. Tanaka K, Miyake Y, Hanioka T, Arakawa M. *VDR* gene polymorphisms, interaction with smoking, and risk of periodontal disease in Japanese women: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *Scand J Immunol.* 2013; 78: 371-7
13. Tanaka K, Miyake Y, Hanioka T, Arakawa M. Active and passive smoking and prevalence of periodontal disease in young Japanese women. *J Periodontal Res.* 2013; 48: 600-5.
14. Tanaka K, Matsuse R, Miyake Y, Hanioka T, Arakawa M. Salivary cotinine concentrations and prevalence of periodontal disease in young Japanese women: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *J Periodontol* 2013; 84: 1724-9
15. Miyake Y, Tanaka K, Okubo H, Sasaki S, Arakawa M. Fish and fat intake and prevalence of depressive symptoms during pregnancy in Japan: baseline data from the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *J Psychiatr Res.* 2013; 47: 572-8.
16. Miyake Y, Tanaka K, Arakawa M. Case-control study of eczema in relation to *IL4RA* genetic polymorphisms in Japanese women: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *Scand J Immunol.* 2013; 75: 413-8.
17. Miyake Y, Tanaka K, Okubo H, Sasaki S, Arakawa

- M. Maternal consumption of dairy products, calcium, and vitamin D during pregnancy and infantile allergic disorders. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2014; 113: 82-7.
18. Miyake Y, Tanaka K, Arakawa M. *IL3* rs40401 polymorphism and interaction with smoking in risk of asthma in Japanese women: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health study. *Scand J Immunol.* 2014; 79: 410-4.
 19. Miyake Y, Tanaka K, Okubo H, Sasaki S, Arakawa M. Alcohol consumption during pregnancy and birth outcomes: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2014; 14: 79.
 20. Miyake Y, Tanaka K, Arakawa M. Case-control study of rhinoconjunctivitis associated with *IL5RA* polymorphisms in Japanese women: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *Cytokine.* 2014; 65: 138-42.
 21. Tanaka K, Miyake Y, Hanioka T, Arakawa M. Relationship between *IL1* gene polymorphisms and periodontal disease in Japanese women. *DNA Cell Biol.* 2014; 33: 227-33.



作成したCFに脆弱な部分が確認された。そこで、予めシャーレにこんにゃく水溶液 10g を注いでフィルムを作成し、そのフィルム上に活性炭 400mg を積層後、さらにこんにゃく水溶液 10g を注いで乾燥させることでCFを作成可能であることが判明した。

Table 1 検討した5種の市販活性炭の粒子径

carbon	mesh	particle size (mm)
CSC1	4~10	2.00~4.75
CSC2	8~32	0.54~2.36
CSC3	30~60	0.25~0.60
SDC	8~30	0.60~2.36
BCC	350	0.042

3) 活性炭のみのインドール吸着率の経時変化を Fig. 1 に示す。SDC は、他の活性炭に比べ実験開始時から約90%のインドール吸着率を示し、240分までほぼ一定であった。CSC は、粒子径が小さいほどインドール吸着率が高くなる傾向にあった。BCC は、使用した活性炭の中で粒子径は最小であるが、比較的低いインドール吸着率を示した。次に、CF のインドール吸着率の経時変化を Fig. 2 に示す。活性炭単独のインドール吸着率 (Fig. 1) と比較して、いずれの CF においても吸着率は低下した。これは、溶液中で溶解したこんにゃく成分が活性炭表面を被覆しているためと考えられる。240分後において比較的高いインドール吸着率 (80~90%) を示したのは CSC2 または BCC を使用した CF (CF-CSC2 または CF-BCC) であった。活性炭単独によるインドール吸着 (Fig. 1) と対応する活性炭を使用したCFの吸着 (Fig. 2) のプロファイルが大きく異なることは大変興味深い。これは、活性炭とこんにゃく成分の親和性が大きく影響していることが推測される。

さらに、CF のインドール吸着実験において、時間に対する溶液中の遊離インドールの濃度の対数値をプロットした (Fig. 3)。いずれのプロットもほぼ直線性を示し、その傾きから各 CF のインドール吸着速度定数 (k) を算出した (Table 2)。インドール吸着率の大きい CF-CSC2 および CF-BCC は、他の CF より比較的大きな k の値を示した。

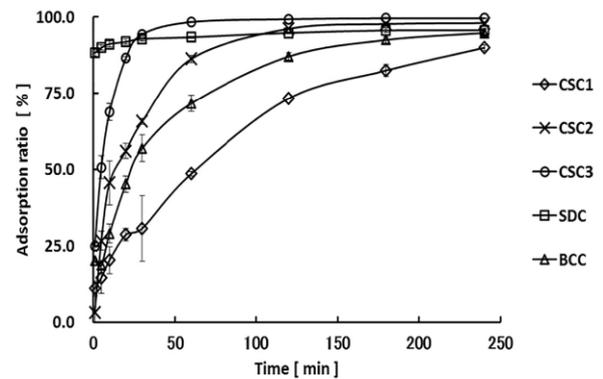


Fig. 1 活性炭のインドール吸着率の経時変化

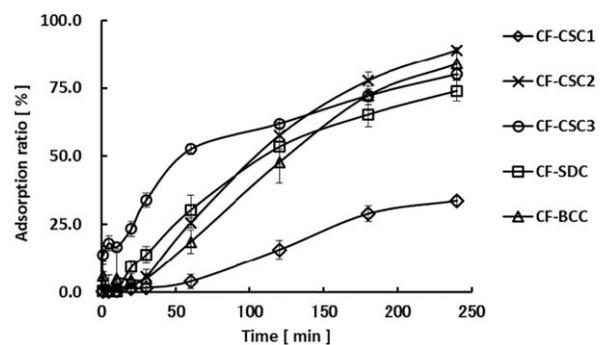


Fig. 2 CFのインドール吸着率の経時変化

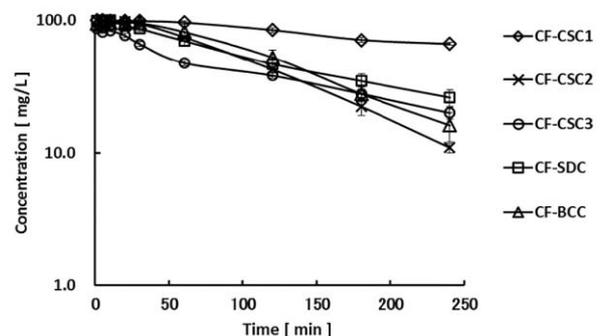


Fig. 3 CF使用時における溶液中遊離インドール濃度の経時変化

Table 2 各CFの吸着速度定数

	CF-CSC1	CF-CSC2	CF-CSC3	CF-SDC	CF-BCC
$k(10^{-3} \text{ min}^{-1})$	1.71	9.23	6.73	5.61	7.62

CF のインドール吸着は、用いる活性炭の粒子径および活性炭とこんにゃく成分との親和性に影響される。特に 8~32mesh の CSC を使用した CF (CF-CSC2) は効率良くインドールを吸着可能であり、尿毒症治療に適することが判明した。