

巻 頭 言

生活分析的カウンセリングの研究・実践を旨として — 現代的ストレスの対処法として —

東京福祉大学
心理学部長 手島 茂樹

入院患者のところへドクターが顔を出し、「症状が取れてくると楽になれますよ。症状が取れやすい病気もあるのですが、これはなかなか取れなくてお辛いでしょう」と言う。聞けば、家で倒れ意識不明となった患者で、ドクターヘリで駆けつけたということであった。

原因を叩き、症状を取り去ってあげたい、それはカウンセリングも同様である。しかも、再発も防ぎたい、この点も医学に似ている。特に、事業所におけるストレスチェックが義務化され、多くの人々のメンタルヘルス増進が課題となるような時代には、である。この今時のストレス対処には生活分析的カウンセリング法 (Life Analytic Counseling Method; 略してLAC法) が効果的であるというのが私の主張である。これは松原達哉 (東京福祉大学大学院名誉学長) がスチューデント・アパシー対策として創始し開発してきたものであり、日本的で分かりやすく、応用範囲が広いからである。

カウンセリングとの出会い

さて、私のカウンセリング (心理療法を含む) との出会いはほろ苦いものであった。大学2年生の夏休みのカウンセリングワークショップへの参加がきっかけであった。指導者 (世話人と言われる) はいるもののリーダーシップは決して取らない。いわゆるノンディレクティブ方式の学習会であった。

沈黙の時間が限りなく続き、それからぼそぼそと誰かが話始めるがまた沈黙となる。こうなるのを全く知らず参加したから心が大いに揺れた。二日目で我慢ができなくなり、発言した。何を言ったか憶えていないが、その時、世話人が動いた。「私の目を見て」。言ったのはたったこれだけであった。しかし、これまでの私の人生をひっくり返すには十分であった。留めどなく涙が流れたのである。

何ゆえだったか、その理由はわからない。本能的な涙だったと思う。そして、その後、すっかり楽になった。他の参加者と心と心が通じ合える感覚で話し合いができ始めたのである。

では、これで私は救われたか。とんでもなかった。ワークショップが終わり、東京に戻ったが、山の手線の電車内で聞こえてくる会話が、通じ合っていないように感じた。ホンネで話せ、と言いたくなっていた。軽く不適応的な自分へととなっていたのだと思う。夏休み後、授業がスタートしてからも不適応感が残り苦労した。

カウンセリングの様々な立場

私が大学生の頃は、ロジャーズ全集が出版され始めた時代であり、この流派が輝いていた。カウンセリングと言えば、ロジャーズであり、ロジャーズ以外はカウンセリングではないような時代であったと思う。若者は、その時代の空気に弱いものである。私もすっかり染まった。

このワークショップがきっかけとなり、目白にあった友田不二男のカウンセリングセンターでの毎週ある学習会に出席しはじめ、また同じくロジャーリアンの伊東博の勉強会にも参加していた。しかし、あのワークショップがきっかけとなった不適応感からは、なかなか抜け出せなかった。

そこで、様々なところへも足を運んだ。例えば、お茶ノ水女子大学での松村康平の心理劇の勉強会（日曜に開催）や、水島恵一の研修会にも出席していた。

目的は、心から発生する症状はどうすれば取れるのか、その手続きとその理屈が知りたかったからである。しかし、なかなか満足いく解答が得られなかった。そこで、大学院進学後は、更に新しい療法にも積極的に手を出していった。行動療法、構成的グループ・エンカウンター、論理療法、家族療法、認知行動療法へと渡っていったのである。その結果、カウンセリング界の群雄割拠ぶり、そして治る原理も、自分なりではあるが、理解できてきた。そして、自分自身をロジャーズをベースとした折衷主義者と定め、その観点から個人面接や集団をも扱うことができるようになっていった。

カウンセリングに求められる新しい潮流

しかし、時が流れ、鶴光代教授が本学の大学院の研究科長となり、公認心理師の国家資格化のため努力を傾けておられた頃、カウンセラー（セラピストを含む）がすべき仕事は、大きく拡大していったように思う。一部の人々が抱える問題のはずであった心の問題が、いつしか万人が求めるものへと変化してきていたからである。自殺者の多さ、うつ病患者数の増加、精神障害による労災認定数の増加がその証拠の一つである。

そこで、その対処法として、先に述べたように各事業所によるストレスチェックの義務化が、今年の12月よりスタートしたのである。この取り組みは、従業員がメンタルヘルスの不調になる前のストレスに気づき、職場環境の改善につなげようという国の政策による。すなわち1つはセルフケアのきっかけとして、2つには組織診断の一助とするためである。

これはすなわち、日常的ストレスをどう解決していくか、という新しい課題の出現である。これに対処するカウンセリング法は、多くの人々を対象としたものであるから、次の3つの条件をクリアできるものが望まれようと思う。

1. 理論が単純であり、多くの人々が理解でき、取り掛かり易いもの。
2. 日本文化に適合しているもの。
3. 自分だけでもできるもの。

これらの条件にぴったりな一つが、生活分析的カウンセリング法と言いたい。その開発の過程や具体的方法の詳しい説明は、松原の著書にゆずり、ここではストレスになぜ効果的か述べたい。

生活分析的カウンセリング法と現代的ストレスの特徴

止むことのない小さなストレスの連続が、いわゆるストレス病（うつ病、ガン、脳梗塞、心不全など）と呼ばれる病へと至らせる、これが現代的なストレスの特徴である。そこで、心理学では、1年間に生じた出来事（ストレス指数が記述されている）をチェックさせ、その合計点からストレス度を測定する方法などが開発されている。

さて、生活分析的カウンセリング法では、心に生じる様々な問題の原因は、日々の生活のすごし方にあると考えている。実現すべき人生の目標もなく、やる気のない生活が諸悪の根源という考え方である。そこで、この方法では人生全体をみる人生線をまず描かせる。次に今の日常生活の実態をみていく。生活上の「すべきこと」や「したいこと」を専用ラベルに記述させて作る生活行動分析計画図がそれである。

ラベルを書かせた後、以下の3つの作業が続く。1つはラベルに記述された内容の同じ仲間同士を括らせ、カテゴリー別に分けネーミングをつける。例えば、私の場合であれば、レポートの添削、授業の準備、出欠席の確認、などなら、授業関係、というように、である。これによりその人の生活の構造が見えてくる。2つには最初に記述したラベル一つひとつを再度見させて、その必要性と可能性から点数化させる。これにより、その各々の内容の大切さや今後の見通しが伺えるようになる。そして、3つが専用の用紙に重要な事項の順に並べさせ、生活行動分析計画図の完成となる。

これにより強迫的にならないかという疑問がありがちだが、全くそうではないのである。書かせたもの全てをやるようにさせていないからである。この生活行動分析計画図から重要なもの2つのみ選択し、短期計画、長期計画の作成をさせ、そこに重点的に取り組むようにさせるからである。

このように生活分析的カウンセリング法は、今の手帳法とは異なる。いわば超計画法（重要事項に絞った計画法）とも言えよう。

また、認知行動療法のように認知へアプローチする非機能的思考記録表のようなものも作らせていない。行動のみに焦点をあてている。従って、分かりやすく取り組みやすい。

更には、日本文化にもあっていると云える。日本は個人主義というより集団主義的と言われており、すべきことで他者達の期待に沿うことから共同体感覚をも培っているからである。

ちなみに、松原達哉先生はご健在であり、今も生活分析的カウンセリング法の開発・発展に邁進し続けておられる。そのエネルギーたるものはすごいと感心するばかりであるが、弟子の一人である私もこの道の貢献の一助となれたらと願っている。

今後のカウンセリングの動向

日本のカウンセリングは、今後、大きく2つに分かれていくとの見方がある。専門版と大衆版に別れていくという考え方である。うつ病等重い症状を抱えた人々を対象としたもの、並びに予防として大衆を相手としていくものの2つである。そして、どちらも国家資格をもった心理の専門家が担当するようになると考えられている。

心理学科の卒業生が、心理の専門家として今後も更に様々な分野において活躍の場が広がっていくものと期待されるのである。そこで、本学においては、この国家資格である公認心理師の受験が可能となるよう環境整備を進めているところである。

コーヒー／カフェイン摂取と生活 ー カフェインの精神運動刺激作用と行動遂行 ー

栗原 久

東京福祉大学 教育学部 (伊勢崎キャンパス)

〒372-0831 伊勢崎市山王町2020-1

(2016年3月29日受付、2016年6月9日受理)

抄録: コーヒー／カフェイン摂取と精神運動機能について、これまでの知見を総括した。カフェインの摂取は覚醒度や注意・集中力の維持や有酸素運動の向上に有益で、その有効性は50 mg (コーヒー換算で1杯) 以上で現れる。カフェイン200 mg以上を常習的に摂取している人の一部では、カフェイン摂取の急激な中断後、カフェイン効果の逆の症状で特徴づけられる頭痛、眠気、倦怠感、意欲低下といった離脱症状が出現するが、いずれの症状もマイルドで、短時間で消失する。また、カフェイン摂取量を徐々に減らしていけば、離脱症状の出現を回避できる。もちろん、カフェインの依存性は、覚せい剤、コカイン、ヘロインなどの依存・乱用性薬物より軽微で、カフェイン乱用とするほどの問題は生じない。カフェインの精神運動刺激作用は睡眠に悪影響を及ぼすことは確かである。この知見は、カフェイン摂取量の減少で睡眠の改善(睡眠潜時の短縮、深睡眠の増加)が図られ、交代勤務や夜間の長距離運転、時差ぼけ時のような集中力の維持が求められる状況では、コーヒー／カフェイン摂取は有益性を発揮することを示唆している。睡眠に及ぼすカフェインの影響についての個人差には、遺伝的背景があることが報告されている。

(別刷請求先: 栗原 久)

キーワード: コーヒー／カフェイン、精神運動刺激作用、注意力、記憶、睡眠、運動能力

緒言

飲食物の価値については、食品価値(感覚効果を重視)、栄養学的価値(含まれる栄養素を重視)、薬理的価値(含まれる成分の薬理作用を重視)、食効価値(飲食物の摂取に関連する全ての行為(飲食物の選択・入手、調理などの処理、摂取、後片付け、その他)を重視)の4つが挙げられている。その中で、最近の健康志向は飲食物の薬理的価値のウエイトを高め、食品や飲料中の特定成分を取り上げて、用量-効果相関を無視して健康効果を強調したり、逆に有害性を強調したりする傾向がある。フードファディズムである。

コーヒーや茶の摂取は覚醒を促し、集中力を高めることは古くから知られてきた。そのため、コーヒーや茶に関する研究の多くは、主要成分であるカフェインの精神運動刺激作用、すなわち、注意力向上、睡眠・覚醒に及ぼす影響、反応時間短縮、記憶力向上などに焦点が当てられてきた。カフェインの持つこれらの効果は、日常生活に有益であるが、依存性を有することから、覚せい剤、コカイン、ヘロインなどと同様の乱用性薬物に分類され、その有害性を強調する意見が存在することも事実である。カフェイン含有飲

料が人間の歴史の中で長年にわたって摂取されてきた事実から、カフェイン摂取は有益性の方が有害性を上回っていることは容易に理解できる。しかし、精神運動機能に及ぼす作用についての認識は統一されていない。

本総説では、精神運動活動(注意力、覚醒度、記憶、運動遂行など)に及ぼすカフェインの効果について総括することを目的としている。

注意力

視覚注意力

大脳皮質に入力される感覚刺激の割合は、視覚刺激が約85%、聴覚刺激が約10%、体性感覚刺激が約4%、嗅覚刺激が0.7%、味覚刺激が0.2%、平衡感覚刺激+深部感覚刺激が0.1%とされている。そのため、もっとも割合が高い視覚刺激に対する注意力に及ぼすカフェインの効果が研究されてきた。

膨大な数の研究結果を総括すると、ヴィジランス課題(一定間隔で連続して提示される刺激の中に不定期で挿入される、わずかに異なる刺激を検出する課題)において、

カフェインは特定刺激の検出精度および集中力の持続に有効であり、レギュラーコーヒー1杯中のカフェインに相当する75 mgにより、注意力の向上がみられた。しかし、2杯超のコーヒー摂取では、1杯摂取時の効果を常に上回るというものではなかった(Quinlan et al., 2000; Smit and Rogers, 2000)。覚醒度と注意課題遂行との間には逆U字形の用量-効果相関を描くと考えられているので、上記のような逆U字形の用量-効果相関は、覚醒度の低すぎと、高すぎに起因すると考えられている(Schmitt et al., 2005)。2012年に発表された総説(Einother and Giesbrecht, 2012)では、カフェインは単純な注意課題ばかりでなく、複雑な注意課題の遂行を向上させることが明らかとなり、注意力に及ぼすカフェインの有効性が、以前考えられていたのより広範囲にわたっていると結論づけられた。

2010年には、注意力に及ぼすカフェインの影響について、コーヒー常習者と非常習者との間で比較が行われた。コーヒー非常習者では、カフェイン摂取量と行動遂行の成績との間に正の用量-効果相関があり、視覚刺激注意課題における最大効果は200 mg(コーヒー2~3杯に相当)であった(Brunyé et al., 2010a)。一方、コーヒー常習者では、ヴィジランス課題や視覚注意課題の遂行に及ぼすカフェインの有効量は高く、最大効果は400 mg(コーヒー4~5杯相当)であった(Brunyé et al., 2010b)。同様に、カフェインは外国語に対する言語処理を向上させ、意味をなさないアルファベットの配列からなる単語の検出速度と精度を高めた(Brunyé et al., 2012)。カフェイン効果の用量-効果相関は、既に報告されていたのと同様に、日常生活の中で低カフェイン摂取グループでは検出成績の最大は200 mg投与時であったが、高カフェイン摂取グループにおける最大効果は400mg投与時であった。これらの実験ではカフェインの単独投与が行われたが、コーヒー摂取による精神運動課題の遂行向上も報告されている(Dawkins et al., 2011)。

これらの知見は、脳画像解析の結果と一致しており、カフェインによる脳部位の興奮と課題遂行との間に関連性があることが示唆されている(Kaasinen et al., 2004)。しかし、現時点では、行動遂行と脳活動部位との関連は確定していないので、さらに検討する必要がある。

反応時間

カフェインと反応時間との関連について広範囲にわたって検討が行われ、カフェインの有効性が確認されている。その中では、反応時間の短縮がみられるが、時間感覚(時間経過の個人的感覚)、生産時間感覚(刺激提示後に、何らかの生産に要する時間)にはほとんど変化がなかった(Terry et al., 2009)。このことは、間隔時間の認識と課題遂行にお

ける反応時間との間には、常に相互関連があると断定できないことを示している。

覚醒・安全確保

カフェインの中枢刺激作用(覚醒効果)は、個人の覚醒レベルが低下した状態、例えば、風邪による発熱時(Smith et al., 1997)や昼食後の傾眠時(Smith et al., 1990)などでは顕著である。夜勤の場合、1日あたりカフェイン220 mg(おおよそコーヒー3杯に相当)を摂取している人では、作業ミスや事故が約半数にまで低下することが示されている(Smith, 2005)。もちろん、カフェインは仕事をしていない人でも、日常生活の中での作業ミスを減少させる(Smith, 2009)。これら2件の報告は、行動遂行や安全性の向上にカフェイン摂取が有効であることを示唆している。カフェインが目覚めの際に摂取され、眠気を解消して覚醒レベルを高めるために利用されていることは、周知の通りである。

強度の眠気は、突発的な中途覚醒直後のように、運動の正確性の著しい低下や、主観的かつ客観的な意識もうろう状態で特徴づけられる。覚醒度の低下は心理的および身体的課題の遂行を阻害する可能性がある。また、強度の眠気を伴っている人は、もう一度眠りたいと思っていることも特徴的である。

カフェインは、強度の眠気を軽減することが知られている(Ramakrishnan et al., 2014)。この点に関しては、眠気覚ましにカフェイン含有飲料、特にコーヒーの摂取が広範囲に行われていること(Van Dongen et al., 2001)からも、ある程度説明できる。

高速道路における夜間運転について、コーヒー摂取とうたた寝の効果が比較された。運転操作の悪化や眠気の出現に対して、カフェイン濃度が高いコーヒー(125ml中に、カフェイン200 mg含有)の摂取は、30分間のうたた寝と同程度に睡魔を軽減した(Philip et al., 2006)。模擬高速道路上での運転を2時間にわたって課した場合、カフェイン含有コーヒー1杯(カフェイン80 mg)を摂取すると、その後1時間にわたって、客観的な指標で評価される運転技能(運転操作の正確性)が向上した(Mets et al., 2012)。

他の研究でも同様の結果が報告されており、短時間のうたた寝(15分未満)を含む30分間の休息あるいはコーヒー摂取(カフェイン150~200 mg含有)が、運転操作の正確性向上、眠気の防止に有効であった(Horne and Reyner, 1999)。徹夜から30分経過後、あるいは睡眠制限から2時間経過後に実施した模擬運転試験においても、カフェイン150~200 mgは大事故の発生率を低下させた(Reyner and Horne, 2000)。ケースコントロール(対象者の背景を一致させた)調査研究では、コーヒーのようなカフェイン含有飲料は、運送会社の

運転手の長距離運転による事故リスクを低下させることが示された(Sharwood et al., 2013)。さらに、カフェインの除放製剤の摂取は、模擬運転において、車線逸脱やピード変動、事故率を、数時間にわたって減らした(De Valck and Cluydts, 2001)。

これらのデータはカフェインが、睡眠不足に起因する行動遂行の低下の対処に有効であり、特に、うたた寝ができない状況において有効性が高いことを示している。ただし、カフェイン200～400 mg (3～5杯のコーヒー摂取に相当)はアルコール摂取後の覚醒度の低下や反応時間の延長を軽減するが、アルコールによる自動車運転操作の悪化に対しては改善効果を示さないことが報告されている(Liguori and Robinson, 2001)。

記憶

作業記憶

作業記憶とは、課題遂行の内容をその都度記憶し、適切な行動を行うために必要な記憶のことで、短期記憶(遂行ごとの記憶)と長期記憶(課題そのものの記憶)の両方を駆使する必要がある。

単純課題と複雑課題の記憶に及ぼすカフェインの効果が比較され、カフェインはいずれの課題遂行とも改善することが示された(Nehlig, 2010)。複雑課題ではそれ自身が覚醒レベルを高めるため、カフェインの覚醒作用との相乗効果によりは過剰興奮を引き起こし、課題遂行をかえって悪化させることがあり得る。すなわち、カフェインによる複雑課題の遂行改善については、単純課題において引き起こされる覚醒とは異なる機序で、作業記憶を改善する可能性を示している。興味深いことに、この効果は性格と関連し、外向的な人ほど強く現れやすいことが報告されている(Smillie and Gökçen, 2010)。

大学生を対象にした研究では、カフェイン200 mg (コーヒー2～3杯相当)摂取後、15単語からなる6組のリストから単語を思い出す課題が実施された(Capek and Guentheret, 2009)。それぞれの提示単語リストは、リスト内には含まれていない実存の単語と関連していた。プラセボ摂取よりカフェイン摂取の方が、学生は多数の提示された単語や関連単語を多数思い出した。この結果から、カフェインは単語の記憶ばかりでなく、関連単語との関連推察をも促進すること、すなわち真の記憶(提示単語のみ思い出す)と誘発記憶(提示単語から別の単語を推定して表出する行為)の両方を促進するといえる。

これら記憶実験の結果は、少量のカフェイン摂取が作業記憶の向上に有効であることを示唆している。一方、大量

摂取では、過剰興奮に起因する作業記憶の悪化を引き起こす可能性がある。

ブドウ糖との相乗効果

カフェインとブドウ糖の同時摂取は、注意力の維持や単語(verbal)記憶に対して、相乗的な改善効果を示すとの報告があり(Adan et al., 2010)、脳の活動に必要なエネルギー源を供給しつつ刺激するためと考えられている。

カフェインとブドウ糖の同時摂取は、頭頂葉や前頭前野の神経ネットワークの活動を高めるので(Serra-Grabulosa et al., 2010)、注意力と関連するシステムの機能を向上させることが想定され、カフェインとブドウ糖を含む飲料を摂取によって、注意力関連の脳部位の活動が低い状態であっても、同様の注意力向上が期待される。しかし、カフェインとブドウ糖との相互作用については、対象者を増やして、カフェインやブドウ糖の摂取量、認知課題等を考慮して、さらに検討する必要がある。

気分

カフェインの気分向上効果は若年層より高齢層において顕著で、1日の中で変動があり、午前中の後半で最大効果がみられる(Smit and Rogers, 2006)。また、気分はカフェインそのものだけでなく、カフェイン摂取への期待、すなわち雰囲気と注意に起因する可能性(プラセボ効果も関与)がある(Dawkins et al., 2011)。

カフェインによる気分改善はコーヒー常習者の方が非常習者より顕著である傾向がみられるが、行動遂行に関してはカフェイン非常習者の方が改善効果は高い(Haskell et al., 2005)。

Profile of Mood States (POMS) 自己評価尺度や認知遂行に対するBakan試験を使用した二重盲検試験が実施されている(Maridakis et al., 2009)。この研究では、コーヒー3杯相当のカフェイン(200 mg)と炭水化物(50 g 白パン)と一緒に摂取してもらったところ、気分と認知遂行の改善がみられたが、炭水化物のみの摂取では改善はなかった。この結果は、カフェイン+炭水化物の併用摂取群で認められた気分や認知遂行の改善が、主にカフェインに由来することを示している。

カフェイン含有コーヒー(150 mg)あるいは脱カフェインコーヒー(9 mg)を摂取したグループについて、社会的サポートに及ぼすカフェインの寄与が検討された(Tse et al., 2009)。コーヒー摂取後45分に、架空人物やその人物とのゲーム実行(Mixed Motive Game)を想像してもらったと、カフェイン含有コーヒー摂取群では共同作業が必要な

ゲーム遂行が増加し、悲観的コミュニケーションが低下した。この結果は、カフェインが社会的サポートを改善し、抑うつ気分を改善することを示している。

看護師を対象にした調査研究 (*The Nurses' Health Study: NHS*) では、女性看護師 (50,739 人、平均年齢 63 年) を対象に、カフェイン摂取と抑うつとの関連が分析された (Lucas et al., 2011)。1日のコーヒー摂取量が2~3杯の人、4杯以上の人では、1週間に1杯以下のコーヒー摂取者と比較して、うつ病発症率がそれぞれ 15%、20% 低かった。脱カフェインコーヒー摂取者では、うつ病発症率がコーヒー非摂取者とほぼ同程度であった。この知見は、カフェインがうつ病に対する予防効果を発揮する可能性を示唆している。

フィンランド人男性を対象にした前向きコホート研究では、コーヒー大量摂取者 (1日あたりの平均カフェイン摂取量は 813 mg で、コーヒー 8~10 杯相当) では、非摂取者と比較してうつ病発症リスクが 77% 低下することが示された (Ruusunen et al., 2010)。ただし、この有効性はコーヒー摂取においてのみ認められ、茶やカフェインのみの摂取で把握されなかった。

日本で実施されたクロスセクション研究では、緑茶およびコーヒー摂取と抑うつ症状との関連が評価された (Pham et al., 2013)。緑茶では 1日 4杯以上、コーヒーでは 2杯以上の摂取により、うつ病の発症が抑制される可能性が把握された。

パイロット研究 (Cropley et al., 2012) では対象者数が少ないものの、脱カフェインコーヒー摂取者よりカフェイン含有コーヒー摂取者の方が、気分が良好で注意力が高いことが示唆されている。興味ある点は、クロロゲン酸類といった抗酸化作用を有するポリフェノール類が高濃度に含まれている脱カフェインコーヒーでも、気分や遂行の向上が認められたことである。この結果は、カフェインだけでなく、クロロゲン酸類も気分や遂行の向上に有効であることを示唆しているが、対象者を増やしてさらに検討する必要がある。

コーヒー／カフェイン摂取が、双極性気分障害を有する患者のような、特定の疾患を有する患者グループに効果を発揮する可能性がある。双極性気分障害患者 (Maremmanni et al., 2011) や統合失調症患者 (Strassnig et al., 2006) は一般人より、タバコやコーヒーといった嗜好品の摂取量が多いことが知られている。これらの患者は、薬物治療に伴う無快感 (anhedonia) などの副作用の軽減あるいは低下した認知機能の回復のために、喫煙したりコーヒー摂取をしたりする可能性が考えられている。

ここで取り上げた報告は、少量~中程度のカフェイン

(1日 2~5 杯のコーヒー相当) は、快楽感を高めて不安を軽減するが、大量のカフェインは、不安、神経質、イライラ感といった精神的緊張を高めことを示唆している。そして、適量のカフェイン摂取後は、精神的平穏や興味に関する主観的評価の改善につながると思われる。このような気分の改善は基礎的な覚醒度に依存し、うつ病や統合失調症の薬物療法に起因する気分低下の改善に利用されている可能性もある。

依存性と離脱症状

報酬的効果

カフェインの依存性に関する問題は、長年にわたって議論の対象となってきた。人にとっては、カフェインは中枢刺激薬であることは疑いの余地はなく、軽度の報酬的効果 (快楽感誘発作用) を有することがカフェイン摂取の維持要因であると認識されてきた (Nehlig, 2004)。しかし、依存・乱用性薬物 (覚せい剤、ヘロイン、コカインなど) とは異なり、多くの人はコーヒーを日常生活の中で、一定のパターンで摂取している。コーヒー摂取を維持する強化効果は、カフェインそのものではなく、コーヒーのアロマや味覚刺激に加えて、コーヒー摂取と密接に関連する社会環境面の因子が絡んでいるとの指摘もある (Satel, 2006)。覚せい剤、ヘロイン、コカインといった依存・乱用性薬物は中脳-辺縁系の依存性関連のドーパミン神経回路を特異的に刺激し、低用量で報酬的効果を発揮し、しかも報酬的効果に対して耐性が形成されやすい。そのため、これらの薬物の乱用では、次第に用量が増加する。

前臨床試験では、人が摂取する程度のカフェイン (1~5 mg/kg、人換算では 1度に大カップのコーヒー 1~5 杯) をラットに投与しても、エネルギー代謝の増加 (Nehlig and Boyet, 2000)、神経回路におけるドーパミン放出の増加 (Acquas, 2002; De Luca et al., 2007) のいずれも把握されなかった。人を対象にした臨床研究では、対象者にカフェイン 3 mg/kg、またはそれに匹敵するコーヒー大カップ 2杯のコーヒーを摂取してもらった後、脳血流量が測定された。ラットの結果と同様、カフェインは人においても、依存性と関連が深い脳内ドーパミン神経回路を強く刺激することはなく、一方において、注意力、ヴィジランス課題遂行向上、不安と関係の深い脳部位 (頭頂葉内側) や脳幹 (植物脳) である視床下部や前頭葉レリ (Reli) 島を活性化することが示された (Nehlig et al., 2010)。これらの研究は、人を対象にカフェインの依存性に関して最初に行われた脳画像診断研究であり、カフェインの依存性発現の神経回路をめぐる動物を対象にした前臨床試験 (Acquas, 2002;

表1. サルを用いた依存性試験の結果

薬物	投与方法	身体依存性	最終比率(身体依存時)	自由摂取パターン	離脱症状
モルヒネ	静脈内	有	1,600~6,400 (6,400~25,600)	高頻度・規則的	痛み・下痢
コカイン	静脈内	無	6,400~12,800	高頻度・不規則	抑うつ
覚せい剤	静脈内	無	3,200~ 6,400	高頻度・不規則	抑うつ
アルコール	胃内	有	1,600~3,200 (3,200~6,400)	高頻度・規則的	けいれん
ニコチン	静脈内	無	800~1,600	低頻度・規則的	特になし
カフェイン	静脈内	無	100	低頻度・不規則	特になし

De Luca et al., 2007)の結果と一致していた。つまり、脳画像診断に基づいて判定すれば、カフェインは覚せい剤、コカイン、ヘロインのような依存・乱用性薬物とは異なり、強度の依存性を持たないことになる。

サルを用いた依存性試験においても、カフェインの精神依存性は著しく低いことが報告されている (Deneau et al., 1969) (表1)。この実験では、オペラント条件付けを利用した薬物自己投与が行われ、サルが薬物摂取を諦める最大レバー押し回数(ブレーキングポイント)で精神依存性を評価している。自己投与のブレーキングポイントは、カフェインは100回であるのに対して、ニコチン1,600回、アルコールや覚せい剤6,400回、コカイン12,800回、モルヒネ25,600回である。

離脱症状

薬物依存と関連が深い症状に離脱症状があげられ、当該薬物によって引き起こされる症状の対極の症状で特徴づけられる。米国精神医学会は、従来のDSM-IV-TRを改定して、2013年5月にDSM-5を発行した (American Psychiatric Association, 2013)。DSMの第1版(DSM-I)は1952年に発行されたが、それにはすでにカフェイン離脱症状の項目があり、カフェインの長期連続使用後、摂取量の減少や摂取の突然の中断時に出現する症候群と定義し、眠気、気力低下、集中力低下、頭痛などの症状で特徴づけられる。

カフェイン離脱症状はコーヒー／カフェイン摂取者の一部に出現し、おおむね、カフェイン摂取の中断後12~24時間で始まり、20~48時間でピークに達する。重要な点は、これらの離脱症状は、カフェイン摂取量を徐々に減少していくことで避けられるということである (Nehlig, 2004)。

カフェイン離脱症状と脳血流速度との関連を示唆する報告がある (Sigmon et al., 2009)。2週間にわたるカフェイン400 mg(コーヒー4~5杯相当)あるいはプラセボ摂取後と比較すると、カフェイン離脱群で脳血流速度の増加が認められ、この変化は脳血管径の拡張、頭痛、眠気の増加や

覚醒度の低下と相関性がみられた。

同様に、カフェイン常用者(1日あたりの平均摂取量は375 mg)が、コーヒー摂取中断から30時間後にカフェイン250 mgを摂取すると、プラセボ摂取時と比較して、気分が良好で、選択肢の中から正解を選ぶ課題における反応時間が短かった。また、摂取を中断した人はもとより、カフェイン摂取習慣を継続している人でも、カフェイン摂取によって注意力の継続や記憶が良好になった (Addicott and Laurienti, 2009a)。これらの結果は、気分、選択課題の遂行、集中力の維持、記憶といった精神運動活動の指標に関しては、カフェイン離脱症状を伺わせる徴候はないことを示唆している。行動遂行に対するカフェインの寄与の評価でも、単純な注意課題はもとより複雑な注意課題に対するカフェインの改善効果は、単に離脱症状の軽減ではないことが結論づけられている (Einothar and Giesbrecht, 2012)。

MRI画像診断を用いた研究も、カフェイン常習者では離脱時の脳血流量が増加すること、またカフェイン常習者および非常習者ともカフェイン摂取によって脳血流量が減少することを報告している (Addicott et al., 2009b)。この研究は、コーヒー摂取量が高い人(1日950 mgで、コーヒー換算で大カップ7~10杯)では、脳血管のアデノシン受容体を介する補填機能が、大量摂取されたカフェインに対しては限界に達していることを示唆している。しかし、カフェイン摂取量の恣意的分類や離脱症状の評価が低すぎるなどの難点があり、結果についてさらに検討の余地がある。

精神毒性

カフェインは大脳皮質を刺激することから、大量摂取では感覚野の興奮に伴う幻覚、前頭前野の興奮による妄想、運動野の興奮によるけいれんの発現が想定される。500 mg以上のカフェイン摂取で閃光(火花が飛ぶような幻視)や手指の震え(振戦)が知られているが、日常生活におけるコーヒー／カフェイン摂取による妄想やけいれんは出現しない。

覚せい剤やコカインといった精神運動刺激薬を反復投与すると、幻覚・妄想などの精神症状の発症リスクが高まることが知られており、増感現象（逆耐性）と呼ばれている（栗原, 1986）。マウスやラットを用いた動物実験でも、自発運動や常同行動の強度が、反復投与で増強することが確認されている（栗原・平林, 1985; 栗原, 1997; Robinson and Becker, 1986）。

カフェインは中枢刺激作用を有するが、反復投与しても増感現象が生じることはなく、また、カフェイン経験マウスに覚せい剤を投与しても、覚せい剤の自発運動促進作用に対する感受性の亢進はみられない（Kuribara, 1994）。しかし、覚せい剤やコカイン経験マウスにカフェインを投与した場合は、カフェインの自発運動促進作用に対する感受性の増強が認められた（Fujii et al., 1989）。これらの結果は、日常的なカフェインの反復摂取は、精神毒性および増感減少も生じることはないことを示しているものの、覚せい剤やコカイン乱用者で幻覚・妄想などの精神症状を経験している場合は、カフェイン摂取後に精神症状がフラッシュバックする可能性があるといえる。

睡眠

通常睡眠

睡眠は、大脳の疲労を軽減するために必須で、発達した脳を持つ人ではきわめて重要な生理的現象である。睡眠不足は、気分の悪化、注意力の減退といった個人への影響にとどまらず、事故発生頻度の上昇など社会的損害にも直結する。

人の睡眠は、カフェインによって影響を受けやすく、1日あたりのカフェイン摂取量と睡眠の問題や日中の眠気との間には相関性が認められる（Addicott et al., 2009）。

睡眠はコーヒー1杯に相当するカフェイン量（約50 mg）でも明確に影響され、この点に関しては周知の通りである。カフェイン摂取により、睡眠潜時（床についてから眠るまでの時間）の延長、総睡眠時間の短縮、深睡眠の減少、浅睡眠の増加が引き起こされ、中途覚醒も増加し、さらには日中の眠気も増加しやすいことが知られている（Roehrs and Roth, 2008）。ノンレム睡眠はカフェインの影響を受けやすい一方で、レム睡眠に及ぼす影響は軽微であるという。睡眠に及ぼすカフェインの影響は、就寝前のカフェイン摂取量だけでなく、1日の総カフェイン摂取量によって決定される。したがって、就寝前6時間以内のカフェイン摂取は、睡眠に悪影響を及ぼすとの見解がなされている（Drake et al., 2013）。さらに、カフェインの影響は、男性では身体的活動性が低い人より活動性の高い人、およびコーヒー常用

者より非常用者に強いことが報告されている（Judice et al., 2013）。

一般的見解として、カフェインは睡眠に対してマイナスの効果を示すことは、疑いの余地はない。しかし、カフェインの睡眠に及ぼす効果に対する感受性には著しい個人差が認められ、その機序については、アデノシン受容体感受性の生得的個人差、カフェイン摂取期間・量に起因する受容体感受性の変化、代謝酵素活性の誘導などを含めて、議論の対象になっている。

例えば、一定量のカフェイン摂取後の血漿カフェイン濃度は、代謝が遅く、感度が高いとされている人でも、個人差が著しい（Birkett and Miners, 1991）。マウスでは、カフェインによる睡眠不全はアデノシンA2A受容体の遮断によって誘発される。しかし、アデノシンA2A受容体の遺伝子タイプは、自己判定によるカフェイン感受性者（睡眠の質の悪化を訴える人）および非感受性者それぞれで個人差が大きく（Retey et al., 2007）、カフェイン摂取量とも相関性が低い（Cornelis et al., 2007）。したがって、カフェインに対する感受性については、アデノシン受容体、その他に関する遺伝子タイプ、カフェイン常習の程度・期間、あるいは年齢依存の感受性変化、性差など、多角的因子を考慮して、さらに検討する必要がある。

睡眠に及ぼすカフェイン（200 mg）の影響について、年齢差を考慮した研究がいくつかなされている。全般的に、カフェインの精神運動刺激作用は、青年層（20～30歳）と中年層（35～60歳）の間でほとんど差がみられないが、脳波（EEG）の波形では、中年層の方が青年層より変化が大きい（Drapeau et al., 2006）。25時間にわたる断眠（徹夜）後の午前、日中における睡眠欲求（眠気）や睡眠の質に及ぼすカフェインの影響の検討では（Carrier et al., 2009）、カフェインは、青年層および中年層のいずれにおいても、睡眠の有効性（眠気の解消）、睡眠持続時間、低周波睡眠（深睡眠）、レム睡眠を減少させた。夜間にプラセボ摂取した場合の睡眠と比較すると、25時間断眠後の日中の睡眠は、中年層の方が青年層より、睡眠時間は短縮し、眠気の解消も少なかった（Robillard et al., 2015）。年齢に依存した脳機能低下およびカフェインの影響により、中年層の人は日中の睡眠時に、本来は活動する状況であることを十分解消して睡眠に至ることができず、中途覚醒が増える可能性がある。

無作為化試験の結果を含む系統的な総括により、カフェイン摂取を丸1日中断すると睡眠の質が改善されることが明らかになったことから、睡眠へのアドバイスをするときにカフェイン摂取の問題が取り上げられようになった（Sin et al., 2008）。そこでは、カフェイン摂取の中断によ

り睡眠持続時間が顕著に延長すること、また、日中に脱カフェインコーヒーを飲むことで睡眠困難が軽減される、ということが強調されている。

睡眠を制限した場合、カフェインを摂取すると、覚醒状態の維持、および低下した認知課題遂行の回復に有効である。しかし、睡眠の質の悪化をもたらし、その結果、日中の眠気を引き起こす可能性がある。これらは大きな懸念材料で、特に高齢者では問題が大きい(Snel and Lorist, 2011)。

成人の多くが夜間遅く、様々な科学技術の機器(特にIT機器)を使用しており、覚醒レベルを維持するためにカフェインを摂取している。青年層を対象に、睡眠時間および日中の眠気に及ぼすカフェイン摂取とIT機器の使用の影響が検討され、複数機器の使用と睡眠悪化とは密接に関係することが明らかとなった(Calamaro et al., 2009)。10歳代後半では、PCやゲームを多用(スコアが1.5~2倍高い)しているグループでは、ウイークデイ(月~金曜)の睡眠時間が8~10時間短かった。学校の授業中に居眠りをする者の33%は、居眠りをしない者より、コーヒー摂取量が76%多かった。この研究結果は、居眠りをする生徒では、カフェインの精神運動刺激作用が機能しているのではなく、眠気のため日中を通した精神活動が維持されていないことを示唆している。同様に、成人を対象にしたカフェイン摂取の調査研究では、95%がカフェイン含有飲料(主としてソフト/ソーダ飲料であるが、コーヒーも含まれる)を摂取していた。カフェイン非含有ソーダ飲料の摂取量が多いグループと比較して、カフェイン含有飲料の摂取量が多いグループは早朝覚醒が多く、日中の眠気が強いことが示された(Ludden and Wolfson, 2010)。これらの結果は、カフェイン摂取者は1日を通して、活動エネルギーを高めることを期待してカフェインを多く摂取する姿を反映している。

時差ぼけ・交代勤務

時差ぼけと交代勤務に起因する睡眠障害は、眠気と傷害発生リスクを高めることが知られている。系統的な総括からは、カフェインは交代勤務者や時差ぼけ状態の遂行改善に有効なことが示されている(Ker et al., 2010)。しかし、交代勤務や時差ぼけによる睡眠障害になりやすい40歳以上の人についてはデータがない。そのため、カフェインによる眠気や遂行の改善についての結論を出すには、この分野に関する検討をさらに行う必要である。一方、短期間(1~2日)の交代勤務や海外旅行では、日周リズムを環境時刻に一致させるのは適切ではなく、カフェイン摂取と催眠薬の短期使用の組み合わせによって、環境に合わせた睡眠と覚醒を得るのがよい(Arendt, 2009)。

運動遂行

有酸素運動

スポーツ前のコーヒー摂取は以前から、代謝のみならず、運動機能を高める働きがあり、成績向上を引き起こす可能性が示唆され(Costall et al., 1978)、その効果は、コーヒーそのものではなく、カフェインと密接に関連してもたらされると考えられてきた。

最近発表された総説(Ganio et al., 2009)では、疲労感の発現潜時ではなく、運動時間が5分以上必要とするように距離が設定されたランニング、自転車走、ボート漕ぎの記録時間に及ぼすカフェイン摂取の影響が検討された。このような指標を用いることは、結果の比較がしやすいためである。運動遂行に関する19論文の中で評価対象になった33の運動項目のうち30項目において、カフェイン摂取で向上が認められ、向上の平均値±標準偏差は3.2±4.3%であった。この結果は、運動前または運動中に中程度(3~6 mg/kg: コーヒー換算で2~4杯)のカフェインを摂取すると、有酸素運動の遂行能力が高まることを示唆している。カフェインに対する耐性形成が考えられており、運動前の7日間にわたってカフェイン摂取を中断すると、カフェイン摂取後の運動向上効果が明確になるという。用量-効果相関の分析から、運動前1時間のカフェイン(3 mg/kg)摂取では有酸素運動の能力向上が、4 mg/kg摂取では疲労感の軽減が引き起こされることが示唆された。カフェインによる運動機能の改善・維持は、Schubert and Astorino (2013)も報告している。

カフェインは運動能力、特に持久力と関連が深い有酸素運動の向上を引き起こす。例えば、Wiles et al. (1992)は、大学生を対象に、コーヒー1.5杯(カフェイン量で約100 mg)摂取後に1,500 m走を走ると、平均タイムが約2秒短縮することを確認している。国際スポーツ栄養学会(The International Society of Sports Nutrition)は、カフェインの摂取と運動遂行向上(ドーピング)との関連について関心を示している(Goldstein et al., 2010)。

カフェインの摂取によってスポーツの成績が向上することから、かつてはドーピング指定薬物対象であったが、日常生活の中で摂取されているので、2004年以降、指定薬物リストから外された。しかし、世界アンチ・ドーピング機構(WADA)は、スポーツ界におけるカフェイン濫用のパターンを把握するための監視を続けている。

筋肉痛

強負荷のサイクリングを30分間にわたって課した場合の筋肉痛が、カフェイン摂取(5 mg/kg)によって軽減され

ことが報告されている (Gliotoni et al., 2009)。この効果は、日常生活の中でカフェイン摂取量が少ないグループほど顕著であった。さらに、運動後の筋肉痛、歯痛、出産後の疼痛がカフェイン 100 mg 以上の摂取で軽快することが報告されている (Derry et al., 2014)。

これらの効果については、カフェインが抗炎症作用を示さないことから (Gavrieli et al., 2011)、筋肉内血流量の増加が関係していると思われる。

短時間の強負荷運動

カフェインは、特定の条件下において、短時間の強負荷運動を向上させる可能性が示唆されているものの、結果には差異が大きく、一定の結論を出すことは難しい。2009 に発表された総説 (Astorino, et al., 2009) では、無酸素運動に及ぼすカフェインの影響を取り上げた 28 研究が評価対象となり、17 研究が有効であると報告している。しかし、結果には研究間でかなりの差がみられるという。結果の差異については、訓練習熟の影響、カフェインの常習摂取者・非常習摂取者、カフェイン代謝の個人差、実験間でのカフェイン摂取量の相違、実験条件の相違などが考えられている。

これらの結果を総括すると、十分訓練された選手が競技前の一定期間にわたってカフェイン摂取を中断している、また強い筋力を要する運動や間欠的な強負荷運動の反復といった特定条件の下では、競技直前の中程度量のカフェイン摂取は、短時間の強負荷運動の能力向上に有効である可能性がある。しかし、大量のカフェインのこのような効果には限界があり、大量では有効性は期待されない。

スポーツ飲料中のカフェイン

サッカー遂行能力の向上を目的として、カフェイン (3.7 mg/kg: コーヒー換算で 3~4 杯相当) と炭水化物 (糖類) 添加のスポーツドリンクの効果についての報告がある (Gant et al., 2010)。カフェイン投与群はカフェイン非投与 (糖類のみ) 群と比較して、運動持続性が高く、短距離のダッシュ力やジャンプ力の維持が良好であったという。

Russel and Kingsley (2014) も、炭水化物とカフェインの摂取がサッカーにおけるパフォーマンス改善を指摘している。

カフェインの短期効果

訓練を積んだ女性の運動選手において、カフェイン (6 mg/kg: コーヒー換算で 5~6 杯相当) は 1 回試行テストでは成績向上を引き起こしたが、反復試行テストでは無効であった (Goldstein et al., 2010)。その他にも、カフェイン (2 mg/kg と 5 mg/kg) の効果が運動選手を対象に検討され、

2 mg/kg では無効であったが、5 mg/kg では膝伸縮運動の成績が向上したとの報告がある (Astorino et al., 2010)。ただし、この効果は 2 回目の試験では認められなかったので、カフェインの運動向上効果は短時間しか持続しない可能性がある。

カフェインの運動機能向上の機序

カフェインによる運動能力向上の機序の解明は、未だ確定するまでに至っていない。最近まで、運動機能に及ぼすカフェインの効果は、遊離脂肪酸の酸化を促進に起因し、その結果として筋肉内のグリコーゲンの供給促進につながると説明されてきたが、それ以外の機序も考えられるようになった。

カフェインの運動向上作用は有酸素運動において顕著であることから、主として脳内アデノシン受容体の遮断を介してノルアドレナリン産生を促進し、エネルギー産生を高めたり、骨格筋や心筋における血流量を高めたりすることで、発現すると結論されるようになった (Ganio et al., 2009)。さらに、カフェインは中枢神経を刺激して、消耗感、痛覚の自己評価を軽くしたり、活力を高めたりする可能性があり、これらの指標は全て行動遂行の改善につながっている。

短時間の強負荷運動では、脂肪酸の酸化やグリコーゲン供給は、カフェインの運動機能向上作用の機序としては現実的なモデルとはなり得ない。その理由は、疲労感や筋肉痛発現の時間経過が異なっているからである。無酸素 (強負荷) 運動に対するカフェインの効果に関する機序は、未だ未解明の段階である (Davide and Green, 2009)。カフェインの作用について、末梢では乳酸、血糖値、カリウム濃度などが、また中枢神経系では痛み感覚、消耗感の自己評価などが取り上げられて検討が行われている。その中で、カフェインの中枢神経系を介する機序が、最も可能性が高いと考えられている。

運動・スポーツといった身体活動に及ぼすカフェインの有益効果を説明するモデルは、有酸素運動および短時間の強負荷 (無酸素) 運動のいずれにおいても、背景は同じと考えてよい。

結論

カフェイン含有コーヒーの精神運動機能に及ぼす有益効果で確定しているのは、注意 (集中) 力と覚醒の維持で、特に覚醒度が低い状態で顕著である。また、カフェイン摂取は運動、特に有酸素運動の遂行を向上させる。そのような効果はレギュラーコーヒー約 1 杯に相当するカフェイン量 (100 mg) 以上で出現する。

脳画像化技術では、カフェインの精神作用は、覚せい剤、コカイン、ヘロインといった依存性薬物の作用とは異なり、依存性との関連性が低いことが示されている。カフェイン 200 mg 以上を常習摂取している一部の人は、カフェイン摂取の急激な中断後、頭痛、眠気、倦怠感、意欲低下といった離脱症状が出現するが、いずれの症状もマイルドで、短時間で消失する。また、カフェイン摂取量を緩徐に減らしていけば、離脱症状の修験を回避できる。睡眠に及ぼすカフェインの影響についての個人差には、遺伝的背景がある可能性がある。

睡眠問題や日中の眠気はカフェイン摂取と関連しているが、日中のカフェイン摂取量と遺伝的背景に依存している。カフェイン含有コーヒーの摂取で睡眠不全の問題を抱えている人は、午後から夕方にかけては、脱カフェインコーヒーの摂取に切り替えるとよい。

一方、交代勤務や夜間の長距離運転、時差ぼけ時のような集中力の維持が求められる状況では、コーヒー／カフェイン摂取は有益性を発揮すると思われる。

文献

- Acquas, E., Tanda, G. and Di Chiara, G. (2002): Differential effects of caffeine on dopamine and acetylcholine transmission in brain areas of drug-naive and caffeine-pretreated rats. *Neuropsychopharmacology* **27**, 182-193.
- Adan, A., Solé-Casals, J., Xavier Caldú, X. et al. (2010): Effects of caffeine and glucose, alone and combined, on cognitive performance. *Hum. Psychopharmacol.* **25**, 310-317.
- Addicott, M.A. and Laurienti, P.J. (2009a): A comparison of the effects of caffeine following abstinence and normal caffeine use. *Psychopharmacology* **207**, 423-431.
- Addicott, M.A., Yang, L.L., Peiffer, A.M. et al. (2009b): The effect of daily caffeine use on cerebral blood flow: How much caffeine can we tolerate? *Hum. Brain Mapp.* **30**, 3102-3114.
- American Psychiatric Association (2013): *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5)*. APA, ISBN 978-0-89042-554-1DSMV.
- Arendt, J. (2009): Managing jet lag: Some of the problems and possible new solutions. *Sleep Med. Rev.* **13**, 249-256.
- Astorino, T.A. and Roberson, W. (2009): Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: A systematic review. *J. Strength Cond. Res.* **24**, 257-265.
- Astorino, T.A., Tamp, P., Rietschel, J.C. et al. (2010): Effect of two doses of caffeine on muscular function during isokinetic exercise. *Med. Sci. Sports Exercise* **42**, 2205-2210.
- Birkett, D.J. and Miners, J.O. (1991): Caffeine renal clearance and urine caffeine concentrations during steady state dosing. Implications for monitoring caffeine intake during sports events. *Br. J. Clin. Pharmacol.* **31**, 405-408.
- Brunyé, T.T., Mahoney, C.R., Lieberman, H.R. et al. (2010a): Caffeine modulates attention network function. *Brain Cogn.* **72**, 181-188.
- Brunyé, T.T., Mahoney, C.R., Lieberman, H.R. et al. (2010b): Acute caffeine consumption enhances the executive control of visual attention in habitual consumers. *Brain Cogn.* **74**, 186-192.
- Brunyé, T.T., Mahoney, C.R., Rapp, D.N. et al. (2012): Caffeine enhances real-world language processing: Evidence from a proofreading task. *J. Exp. Psychol. Appl.* **18**, 95-108.
- Calamaro, C.J., Mason, T.B., Ratcliffe, S.J. et al. (2009): Adolescents living the 24/7 lifestyle: Effects of caffeine and technology on sleep duration and daytime functioning. *Pediatrics* **123**, e1005-e1010.
- Capek, S. and Guenther, R.K. (2009): Caffeine's effects on true and false memory. *Psychol. Rep.* **104**, 787-95.
- Carrier, J., Paquet, J., Fernandez-Bolanos, M. et al. (2009): Effects of caffeine on daytime recovery sleep: A double challenge to the sleep-wake cycle in aging. *Sleep Med.* **10**, 1016-1024.
- Cornelis, M.C., El-Sohemy, A. and Campos, H. (2007): Genetic polymorphism of the adenosine A2A receptor is associated with habitual caffeine consumption. *Am. J. Clin. Nutr.* **86**, 240-244.
- Costill, D. L., Dalsky, G.P. and Finki, W.J. (1978): Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. *Med. Sci. Sports Exercise* **10**, 155-158.
- Cropley, V., Croft, R., Silber, B., et al. (2012): Does coffee enriched with chlorogenic acids improve mood and cognition after acute administration in healthy elderly? A pilot study. *Psychopharmacology* **219**, 737-749.
- Davis, J.K. and Green, J.M. (2009): Caffeine and anaerobic performance: Ergogenic value and mechanisms of action. *Sports Med.* **39**, 813-832.

- Dawkins, L., Shahzad, F.-Z., Ahmed, S.C. et al. (2011): Expectation of having consumed caffeine can improve performance and mood. *Appetite* **57**, 597-600.
- De Luca, M.A., Vassareo, V., Bauer, A. et al. (2007): Caffeine and accumbens shell dopamine. *J. Neurochem.* **103**, 157-163.
- Deneau, G., Yanagita, T. and Seevers, M.H.(1969): Self-administration of psychoactive substances by the monkey. *Psychopharmacologia (Berlin)* **16**, 30-48.
- Derry, C.J., Derry, S. and Moore, R.A. (2014): Caffeine as an analgesic adjuvant for acute pain in adult. *Cochrane Database Systematic Review* **2014, Issue 3**, No CD009281.
- De Valck E. and Cluydts, R. (2001): Slow-release caffeine as a countermeasure to driver sleepiness induced by partial sleep deprivation. *J. Sleep. Res.* **10**, 203-209.
- Drake, C., Roehrs, T., Shambroom, J. et al. (2013): Caffeine effects on sleep taken 0, 3, or 6 hours before going to bed. *J. Clin. Sleep Med.* **9**, 1195-1200.
- Drapeau, C., Hamel-Hebert, I., Robillard, R. et al. (2006): Challenging sleep in aging: The effects of 200 mg of caffeine during the evening in young and middle-aged moderate caffeine consumers. *J. Sleep Res.* **15**, 133-141.
- Einother, S.J.L. and Giesbrecht, T. (2012): Caffeine as an attention enhancer: Reviewing existing assumptions. *Psychopharmacology* **225**, 251-274.
- Fujii, W., Kuribara, H. and Tadokoro, S. (1989): Interaction between caffeine and methamphetamine by means of ambulatory activity in mice. *Jpn. J. Psychopharmacol.* **11**, 225-231 (1989)
- Ganio, M. S., Klau, J.F., Casa, D.J. et al. (2009): Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: A systematic review. *J. Strength Cond. Res.* **23**, 315-324.
- Gant, N., Al, A., Foskett, A. et al. (2010): The influence of caffeine and carbohydrate coingestion on simulated soccer performance. *Int. J. Sport Nutr. Exercise Metabol.* **20**, 191-197.
- Gavrieli, A., Yannakoulia, M., Fragopoulou, E. (2011): Caffeinated coffee does not acutely affect energy intake, appetite, or inflammation but prevents serum cortisol concentrations from falling in healthy men. *J. Nutr.* **2011, Feb**, doi: 10.3945/jn.110.137323.
- Gliottoni, R.C., Meyers, J.R., Arngrimson, S.A. et al. (2009): Effect of caffeine on quadricep pain during acute cycling exercises in low versus high caffeine consumers. *Int. J. Sport Nutr. Exercise Metabol.* **19**, 150-161.
- Goldstein, E.R., Ziegenfuss, T., Kalman, E. et al. (2010): International society of sports nutrition position stand: Caffeine and performance. *J. Int. Soc. Sports Nut.* **7**, 5-19.
- Goldstein, E.R., Ziegenfuss, T., Kalman, D. et al. (2010): Caffeine enhanced upper body strength in resistance trained women. *J. Internat. Soc. Sports Nutr.* **7**, 18.
- Haskell, C.F., Kennedy, D.O., Wesnes, K.A. et al. (2005): Cognitive and mood improvements of caffeine in habitual consumers and habitual non-consumers of caffeine. *Psychopharmacology* **179**, 813-825.
- Horne, J. and Reyner, L. (1999): Vehicle accidents related to sleep: A review. *Occup. Environ. Med.* **56**, 289-294.
- Kaasinen, V., Aalton, S., Nagren, K. et al. (2004): Expectation of caffeine induces dopaminergic responses in humans. *Eur. J. Neurosci.* **19**, 2352-2356.
- Ker, K., Adward, P.J., Felic, L.M. et al. (2010): Caffeine for the prevention of injuries and errors in shift workers. *Cochrane Database Syst. Rev.* **5**, doi: 10.1002/14651858.CD008508.
- 栗原久・平林牧三 (1985) : 中枢作用薬と逆耐性現象. *神経精神薬理* **7**, 421-439.
- Kuribara, H. (1994): Caffeine enhances the stimulant effect of methamphetamine, but may not affect induction of methamphetamine sensitization of ambulation in mice. *Psychopharmacology* **116**, 125-129.
- 栗原久 (1996) : 覚せい剤の行動薬理 - 自発運動促進および常同行動誘発効果の逆耐性を中心に - . *神経精神薬理* **18**, 489-500.
- 栗原久 (1997) : アンフェタミン精神毒性:マウスの自発運動と逆耐性について. *J. Toxicol. Sci.* **22 (5, App.)**, 151-161.
- Judice, P.B., Magalhães, J.P., Santos, D.A. et al. (2013): A moderate dose of caffeine ingestion does not change energy expenditure but decreases sleep time in physically active males: A double-blind randomized controlled trial. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **38**, 49-56.
- Liguori, A. and Robinson, J.H. (2001): Caffeine antagonism of alcohol-induced driving impairment. *Drug. Alcohol Depend.* **63**, 123-129.
- Lucas, M., Mirzaei, F., Pan, A. et al. (2011): Coffee, caffeine, and risk of depression among women. *Arch. Intern. Med.* **171**, 1571-1578.

- Ludden, A.B. and Wolfson, A.R. (2010): Understanding adolescent caffeine use: Connecting use patterns with expectancies, reasons and sleep. *Health Educ. Behav.* **37**, 330-342.
- Maremmanni, I., Perugi, G., Rovai, L. et al. (2011): Are “social drugs” (tobacco, coffee and chocolate) related to the bipolar spectrum?. *J. Affect. Disord.* **133**, 227-233.
- Maridakis, V., O'Connor, P.J., Tomporowski, P.D. et al. (2009): Sensitivity to change in cognitive performance and mood measures of energy and fatigue in response to morning caffeine alone or in combination with carbohydrate. *Int. J. Neurosci.* **119**, 1239-1258.
- Mets, M.A., Baas, D., van Boven, I. et al. (2012): Effects of coffee on driving performance during prolonged simulated highway driving. *Psychopharmacology* **222**, 337-342.
- Nehlig, A. (2004): Are we dependent on coffee and caffeine: An update. In: Nehlig, A. (Ed.), *Coffee, Tea, Chocolate and the Brain*. Boca Raton, FL, CRC Press, pp133-146.
- Nehlig, A. (2010): Is caffeine a cognitive enhancer? *J. Alzheimers Dis.* **20**, S1, 85-94.
- Nehlig, A. and Boyet, S. (2000): Dose-response study of caffeine effects on cerebral functional activity with a specific focus on dependence. *Brain Res.* **858**, 71-77.
- Nehlig, A., Armspach, J.P., Namer, I.J. et al. (2010): SPECT assessment of brain activation induced by caffeine: No effect on areas involved in dependence. *Dialogues Clin. Neurosci.* **12**, 255-263.
- Pham, N.M., Nanri, A., Kochi, T. et al. (2013): Green tea and coffee consumption is inversely associated with depressive symptoms in a Japanese working population. *Public. Health. Nutrition.* **4**, 1-9.
- Philip, P., Taillard, J., Moore, N. et al. (2006): The effects of coffee and napping on nighttime highway driving: A randomized trial. *Ann. Intern. Med.* **144**, 785-791.
- Porkka-Heiskanen, T. (2011): Methylxanthines and sleep. *Handb. Exp. Pharmacol.* **200**, 331-348.
- Quinlan, P.T., Lane, J., Moore, K.L. et al. (2000): The acute physiological and mood effects of tea and coffee: The role of caffeine level. *Pharmacol. Biochem. Behav.* **66**, 19-28.
- Ramakrishnan, S., Laxminaragen, S., Wesensten, N.J. et al. (2014): Dose-dependent model of caffeine effects on human vigilance during total sleep deprivation. *J. Theoret. Biol.* **358C**, 11-24.
- Retey, J.V., Adam, M., Khatami, R. et al. (2007): A genetic variation in the adenosine A2A receptor gene (ADORA2A) contributes to individual sensitivity to caffeine effects on sleep. *Clin. Pharmacol. Ther.* **81**, 692-698.
- Reyner, L.A. and Horne, J. (2000): Early morning driver sleepiness: Effectiveness of 200 mg caffeine. *Psychophysiology* **37**, 251-6.
- Robillard, R., Bouchard, M., Cartier, A. et al. (2015): Sleep is more sensitive to high doses of caffeine in the middle years of life. *J. Psychopharmacol.* **29**, 688-697.
- Robinson, T. and Becker, J.B. (1986): Enduring changes in brain and behavior produced by chronic amphetamine administration: A review and evaluation of animal models of amphetamine psychosis. *Brain Res. Rev.* **11**, 157-198.
- Roehrs, T. and Roth, T. (2008): Caffeine: Sleep and daytime sleepiness. *Sleep Med. Rev.* **12**, 153-162.
- Russell, M. and Kingsley, M. (2014): The efficacy of acute nutritional interventions on soccer skill performance. *Sports Med.* **44**, 957-970.
- Ruusunen, A., Lehto, S.M., Tolmunen, T. et al. (2010): Coffee, tea and caffeine intake and the risk of severe depression in middle-aged Finnish men: The Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study. *Public Health Nutr.* **13**, 1215-1220.
- Satel, S. (2006): Is caffeine addictive? A review of the literature. *Am. J. Drug Alcohol Abuse* **32**, 493-502.
- Schubert, M.M. and Astorino, T.A. (2013): A systematic review of the efficacy of ergogenic aids for improvement running performance. *J. Strength Cond. Res.* **26**, 1699-1707.
- Schmitt, J.A.J., Benton, D. and Kallus, W. (2005): General methodological considerations for the assessment of nutritional influences on human cognitive functions. *Eur. J. Nutr.* **44**, 459-464.
- Serra-Grabulosa, J.M., Adan, A., Falcon, C. et al. (2010): Glucose and caffeine effects on sustained attention: An exploratory fMRI study. *Hum. Psychopharmacol.* **25**, 543-552.
- Sharwood, L.N., Elikington, J., Meuleners, L. et al. (2013): Use of caffeinated substances and risk of crashes in long distance drivers of commercial vehicles: Case control study. *Br. Med. J.* **346**, 1140: f1140.

- Sigmon, S.C., Herning, R.I., Better, E. et al. (2009): Caffeine withdrawal, acute effects, tolerance, and absence of net beneficial effects of chronic administration: Cerebral blood flow velocity, quantitative EEG, and subjective effects. *Psychopharmacology* **204**, 573-585.
- Sin, C.W.M., Ho, J.S.C. and Chung, J.W.Y. (2008): Systematic review on the effectiveness of caffeine abstinence on the quality of sleep. *J. Clin. Nursing* **18**, 13-21.
- Smillie, L.D. and Gökçen, E. (2010): Caffeine enhances working memory for extraverts. *Biol. Psychol.* **85**, 496-498.
- Smit, H.R. and Rogers, P.J. (2000): Effects of low doses of caffeine on cognitive performance, mood and thirst in low and higher caffeine consumers. *Psychopharmacology* **152**, 167-173.
- Smit, H.J. and Rogers, P.J. (2006): Effects of caffeine on mood. In caffeine and the activation theory. In: Smith, B.D., Gupta, U. and Gupta, B.S. (Eds.), *Effects on Health and Behavior*, SCRC Press, Boca Raton, FL, pp229-282.
- Smith, A.P. (2005): Caffeine at work. *Hum. Psychopharmacol.* **20**, 441-445.
- Smith, A.P. (2009): Caffeine, cognitive failures and health in a non-working community sample. *Hum. Psychopharmacol.* **24**, 29-34.
- Smith, A.P., Rusted, I.M. Eaton-Williams, P. et al. (1990): Effects of caffeine given before and after lunch on sustained attention. *Neuropsychobiology* **23**, 160-163.
- Smith, A., Thomas, M., Perry, K. et al. (1997): Caffeine and the common cold. *J. Psychopharmacol.* **11**, 319-324.
- Snel, J. and Lorist, M.M. (2011): Effects of caffeine on sleep and cognition. *Prog. Brain Res.* **190**, 105-117.
- Strassnig, M., Brar, J.S., Ganguli, R. et al. (2006): Increased caffeine and nicotine consumption in community-dwelling patients with schizophrenia. *Schizophr. Res.* **86**, 269-275.
- Terry, P., Douman, M., Desai, R.I. et al. (2009): Dissociations between motor timing, motor coordination, and time perception after the administration of alcohol or caffeine. *Psychopharmacology* **202**, 719-729.
- Tse, W.S., Chan, C.C., Shiu, S.Y. et al. (2009): Caffeinated coffee enhances co-operative behavior in the Mixed Motive Game in healthy volunteers. *Nutr. Neurosci.* **12**, 21-27.
- Van Dongen, H.P., Price, N.J., Mullington, J.M. et al. (2001): Caffeine eliminates psychomotor vigilance deficits from sleep inertia. *Sleep* **24**, 813-819.
- Wiles, J.D., Bird, S.R. and Hopkins, J. (1992): Effects of caffeine on running speed, respiratory factors, blood lactate and perceived exertion during 1500-m treadmill running. *Br. J. Sports Med.* **26**, 116-120.

Coffee/Caffeine Consumption and Daily Life: Stimulant Effect on Psychomotor Functions and Performances

Hisashi KURIBARA

School of Education, Tokyo University of Social Welfare (Isesaki Campus),
2020-1 San'o-cho, Isesaki-city, Gunma 372-0831, Japan

Abstract : The purpose of this article was to review the effects of coffee/caffeine consumption on psychomotor function. There are convincing evidences that moderate caffeine intake helps to improve alertness and attention (concentration), and athletic performance. Such effects can be obtained at 50 mg of caffeine (equivalent to 1 cup of coffee) and more. Although abrupt cessation of caffeine consumption may induce withdrawal symptoms such as headache, reduced alertness and drowsiness, these symptoms are usually mild and continue for short duration, and can be avoided by gradually reducing caffeine intake. In contrast to amphetamines, cocaine, heroin abuse, there is no physical or social problem during the daily consumption of coffee/caffeine. The most importance concern about caffeine is an induction of sleep disturbance. However, this effect of coffee/caffeine is also expected to be benefit for improvement in various performances in daily life which require increased alertness, e.g. night shifts, long distance driving and jet lag. The sensitivity to caffeine is considered to be dependent on the genetic background.

(Reprint request should be sent to Hisashi Kuribara)

Key words : Coffee/Caffeine, Psychomotor stimulation, Attention, Memory, Sleep, Athletic performance

居住形態に基づく大学1年生の健康状態の比較

栗原 久・Miguel L. Lopez・柴田隆史

東京福祉大学 教育学部(伊勢崎キャンパス)

〒372-0831 群馬県伊勢崎市山王町2020-1

(2016年10月5日受付、2016年10月13日受理)

抄録: 群馬県伊勢崎市にキャンパスを持つ私立のA大学教育学部に、2016年4月に入学した新入生80人(男子35名、女子45人)を対象に、入学から3ヶ月および6ヶ月後に質問紙「健康チェック票THI」による健康度評価を実施した。2回の調査とも回答のあった男子学生26人と女子学生41人を分析の対象とした。男子学生(自宅17人、アパート9人)では、1回調査時(6月)の尺度得点は、自宅群よりアパート群の方が多数の項目(消化器、抑うつ、生活不規則)で有意に高く、虚構が有意に低かった。その他の項目においても、アパート群の健康度が劣っていた。2回目調査では両群間に有意差はなかったが、アパート群の方が自宅群より健康度が悪い傾向がみられた。一方、女子学生(自宅22人、アパート11人、学生寮8人)では、1回目調査の尺度得点において自宅群より学生寮群の方が直情径行の尺度得点有意に低かった以外は、1回目、2回目とも群間で有意差はなかった。これらの結果は、男子学生にとってアパート住まいは心身の健康状態に対するリスク因子になり得ることを示唆している。

(別刷請求先: 栗原 久)

キーワード: 大学生、質問紙「健康チェック票THI」、健康度、居住形態

緒言

近年は大学、専門学校を含む高等教育機関に進学する学生の割合が高まっている。文部科学省の2015(平成27)年度学校基本調査によれば、2015年3月の新規高卒者(106.9万人)のうち、大学・短大および専門学校への進学率がそれぞれ54.6%、16.7%であった(文部科学省, 2015)。また、2015年の高等教育機関在籍者数は、大学(学部・大学院)が286万人、短大が13.2万人、専門学校が58.8万人であり、進学先を強く選ばなければ高等教育機関へは全入の時代を迎えている。

高等教育環境の定員枠の拡大の増加に伴って持ち上がった問題は多々あるが、その中で最も深刻なものが長期欠席、休・退学といった修学不調である。2005年以降、継続的に実施されている国立大学83校中74校が参加したアンケート調査(対象学生数は約39万人)によれば、学生の約2.5%が休学を経験し、約1.5%が退学し、約6%が留年をしているという(内田, 2006, 2008, 2011)。私立大学における休・退学、留年学生の割合は、国立大学の値よりかなり大きいものと推定される。例えば、日本中退予防研究所(2010)は、大学生の8人に1人が中退していると報告している。さらに、101人の退学者に対するアンケート調査では、退学理由(複数回答)として、66人(65.3%)が学習意欲の喪失、41人(40.6%)が人間関係、35名(34.7%)が関心の

移行、16人(15.8%)が不本意入学をあげ、退学時に学内の相談サービスを受けた者は20人(19.8%)に過ぎなかった。

内田(2006, 2008, 2011)は、学生の休・退学、留年に理由として、①身体的疾患、②明確な精神障害、③大学教育路線から離れる消極的理由(スチューデントアパシー、勉学意欲の減退・喪失、単位不足、学外団体活動、アルバイトや趣味、専門学校などへの進路変更、就職など)、④大学教育路線上にあつて学習向上のための積極的理由(海外留学、進路変更・他大学入学、履修科目上の都合、資格取得準備、就職再トライ、飛び級など)、⑤環境要因(経済的理由、家庭の都合、結婚・出産・育児、災害など)、⑥不詳(一身上の都合、行方不明、調査不能など)の6種類に分類している。それらの中で最も頻度が高く、しかも対応が難しいのが、③の消極的理由で休・退学、留年をする学生である。これらの学生は、精神障害として診断されるまでに至らないまでも、メンタルヘルス面で問題を抱えている割合が高く、昼夜逆転の生活、ゲームやインターネットへのはまり込みなどにより授業欠席に陥りやすいという(中井ら, 2007)。また、修学不調に陥りやすい学生は基本的な生活習慣にも問題を抱えている場合が多く、食事の悪化や運動習慣の欠如による体力低下が著しく、それが成績悪化につながって、さらに学習意欲の喪失に拍車をかけるという負のスパイラルに陥っている例が多い(栗原, 2011)。

大学・短大を中退した者の多くが、その後フリーター・ニートとして過ごしており、ニート状態にある若者の約3分の1は中退経験者であるという(厚生労働省, 2007)。フリーター・ニートの高リスク群と考えることができる「大学・短大・専門学校中退者」の存在は、長い間見過ごされていたのが現実であった。しかし最近、大学・短大・専門学校に対して、入学させた学生の勉学意欲を維持し、休・退学、留年を予防する対策を講ずることが求められている。問題が明確になってから適切な対策を講ずることはもちろんであるが、学内の相談サービスを受ける割合が低いこと(日本中退予防研究所, 2010)を考えると、修学の早い段階で休・退学、留年リスクの高い学生を把握することができれば、個々人に対して適切な指導を通して、学業を成就して卒業に至る可能性が高まることが期待される。

生活習慣の乱れをもたらす因子として、保護者のもとを離れて一人住まいをしているアパート居住が挙げられる。一方、保護者のもとを離れたとしても、学生寮での生活は、生活習慣の乱れにはつながりにくいと思われる。6ヶ月以上引きこもりを継続している大学生12名の居住状態に関する分析(福田, 2000)によれば、自宅個室、アパートがそれぞれ6名であった。しかし、この報告では例数が少なく、事例研究の域を超えたものとはいえない。これまでのところ、大学生の居住形態と心身の総合的健康状態との関連を分析した報告は少なく、結果についても一定の見解が示されていない(光岡ら, 1998; 武良ら, 1998)。

本研究では、群馬県伊勢崎市にキャンパスを持つ私立A大学教育学部に2016年4月入学の学生を対象に、入学から3ヶ月および6ヶ月経過後に、自記式質問紙「健康チェッ

ク票THI」(鈴木ら, 2005)を用いた健康度調査を実施し、居住形態(自宅、アパート、学生寮)と心身の総合的健康状態との関連を検討した。

研究対象および方法

対象者

調査対象者は、2016年4月、群馬県伊勢崎市にキャンパスを持つ私立のA大学教育学部に入学した学生(80名:男子35人、女子45人)であった。対象学生は、男子1名(25歳)を除いて現役入学であり、18あるいは19歳であった。

質問紙「健康チェック票THI」

調査には質問紙「健康チェック票THI」を用いた。

質問紙「健康チェック票THI」とは、青木ら(1974)によって開発された「東大式健康調査法:The Todai Health Index」を改定した、「健康チェック票:The Total Health Index, THI」(鈴木ら, 2005)のことである。

THIでは、自覚症状、訴え、好み、生活習慣、行動特性などに関する130問の質問に対する、本人の「はい」、「どちらでもない」、「いいえ」の回答に対して、それぞれ3、2、1点を与えた。質問に対する回答を、表1に示すような、身体面の症状(多愁訴、呼吸器、目や皮膚、口腔・肛門、消化器)、メンタル面の症状(直情径行、情緒不安定、抑うつ、攻撃性、神経質、生活面(生活不規則性)、精神症状傾向(心身症、神経症、虚構、統合失調症、および身体面の総合的症状(総合指数T1))に分類して尺度得点を集計し、健康度を評価することとなっている(表1)。

表1. 健康チェック票THIによる評価項目

項目	症状	尺度得点またはパーセンタイル
多愁訴	だるい・頭重・肩こりなど	低い方が良好
呼吸器	咳・痰・鼻水・喉の痛みなど	低い方が良好
目や皮膚	皮膚が弱い・目が充血するなど	低い方が良好
口腔・肛門	舌が荒れる・歯茎から出血・排便時に肛門が痛い・出血など	低い方が良好
消化器	胃が痛む・もたれる・胸焼けがするなど	低い方が良好
直情径行	イライラする・短気・すぐにカッとなるなど	低い方が良好
情緒不安定	物事を気にする・対人過敏・人付き合いが苦手など	低い方が良好
抑うつ	悲しい・孤独・憂うつなど	低い方が良好
攻撃	積極的・意欲的・前向き思考など(反対は消極的・後ろ向き思考など)	中程度が良好
神経質	心配性・苦勞性など	低い方が良好
生活不規則	宵っ張りの朝寝坊・朝食抜きなど	低い方が良好
心身症	心の悩み・心的不安定など	低い方が良好
神経症	心の悩み・心的不安定など	低い方が良好
虚構	欺瞞性・虚栄心・他人を羨むなど(自己アピール度の大小)	中程度が良好
統合失調症	思考・言動の不一致など(思考の広大・偏狭)	中程度が良好
総合指数T1	心身面の全般的な不調感	低い方が良好

得られた尺度得点をもとに、すでに評価が行われた男女約1.2万人の基準集団の結果をもとに作成された尺度得点分布に対するパーセンタイルから健康度を評価することが可能であり、本研究ではそれを採用した。パーセンタイル50%が中間順位であり、それより低い値は症状が平均より低い・軽い、大きい値は症状が高い・重いことになる。

健康調査の実施

THIによる健康度調査は、入学後ほぼ3ヶ月経過した6月下旬に1回目を、また6ヶ月経過して春学期終了直前の9月に2回目を実施した。いずれの調査とも、アカデミックアドバイザー3名がチームで担当している教養基礎演習Ⅰの授業の一環として実施した。

この間の特記事項としては、1回目調査の直前2週間は本学の実習期間として休講となり、この期間を利用して2泊3日の赤城山宿泊研修(栗原ら, 2015)が行われた。この研修では、バーベキュー、ハイキング、キャンプファイヤー、各種レクリエーション活動、アカデミックアドバイザーとの集いなどを通じた、クラスの仲間作りが行われた。2回目調査は、4週間にわたる夏休みが終了してから約1ヶ月後であった。

調査に先立ち対象者全員に対して、本調査の趣旨、THIの結果の報告、健康チェック票THIの提出をもって本調査に同意したこととする文章が書かれた書面と、口頭による補足説明を行い、調査協力を依頼した。得られた個人の結果は回答票とともに本人に手渡し、その際に健康状態や今後の注意点などについてアドバイスした。

なお、本論文の作成に当たり、データは3人のアカデミックアドバイザーのみが保管し、個人の特定ができないよう配慮した。

統計処理

THIで評価された16項目の健康尺度について、先述の基準集団の結果をもとに平均パーセンタイル値を求め、

一元配置の分散分析を行い、分散が有意の場合はBonferroni検定によって群間の比較を行った。これらの統計処理は、エクセル統計2012(社会情報サービス)を利用した。

結果

1. 回答数

調査対象者とした教育学部学生80人のうち、2回の調査にいずれも回答のあった男子26人、女子41人が統計処理の対象者となった(表2)。

2. 居住形態

表2には、調査対象学生の居住形態を示した。男子学生には学生寮がないため、居住形態は自宅(17人)とアパート住まい(9人)の2形態であった。一方、女子学生については、大学キャンパスから徒歩10分以内にある学生寮があるため、居住形態は、自宅(22人)、アパート住まい(11人)、学生寮(8人)の3形態であった。

3. 男子学生の健康状態

3-1. 1回目(6月)調査

図1は、男子学生について、自宅とアパートの2居住形態で分類し、16項目の尺度得点を比較したものである。

分散分析で有意差があったのは、消化器($F(1,25)=7.28, p=0.013$)、抑うつ($F(1,25)=4.72, p=0.040$)、生活不規則($F(1,25)=4.00, p=0.049$)および虚構($F(1,25)=4.31, p=0.048$)の4尺度であった。群間の比較では、アパート群は自宅群より、消化器、抑うつ、生活不規則のパーセンタイル値が有意に高く($p<0.05$)、虚構は有意に低かった($p<0.05$)。自宅群と比較してアパート群の学生は、有意差はなかったが、多愁訴、情緒不安定、神経質、心身症、神経症、統合失調、総合指数T1の7項目で10ポイント以上高く、攻撃は10ポイント以上低かった。

表2. 調査対象学生の回答数と居住形態

		自宅	アパート	学生寮	欠席	無回答・回答不備
男子学生 35人	1回目(6月)回答	20	11	0	3	1
	2回目(9月)回答	17	10	0	6	2
	有効数(1・2回目回答)	17	9	0	—	—
女子学生 45人	1回目(6月)回答	24	12	8	1	0
	2回目(9月)回答	22	11	8	4	0
	有効数(1・2回目回答)	22	11	8	—	—

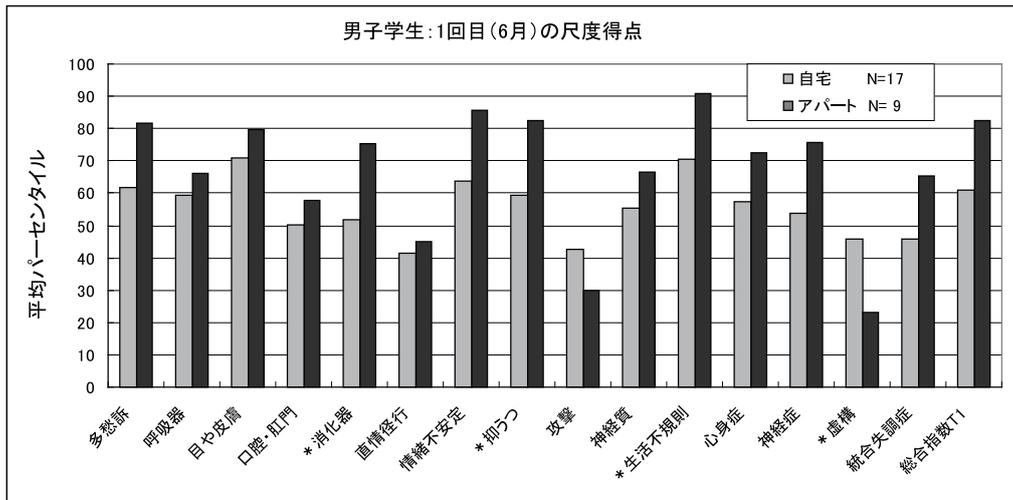


図1. 男子学生の1回目(6月)調査時の尺度得点

*: 群間で有意差(p<0.05)

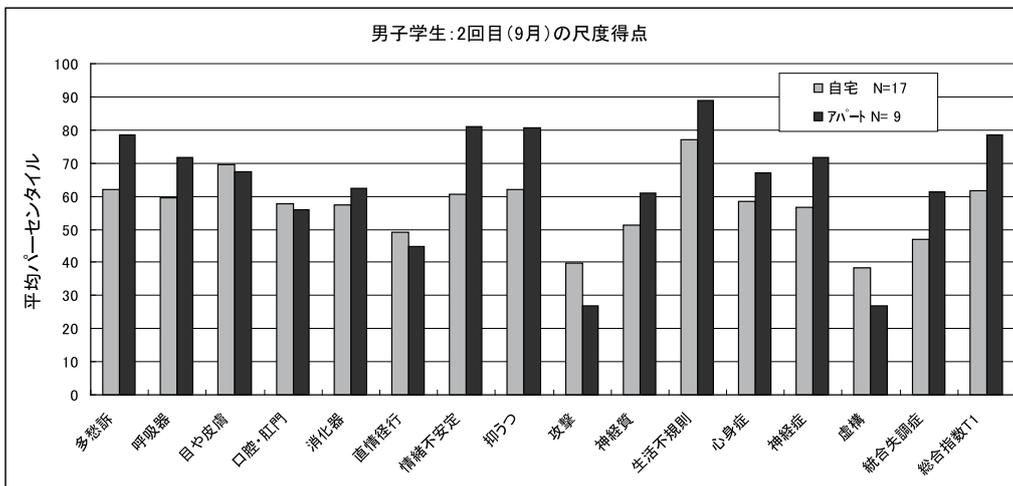


図2. 男子学生の2回目(9月)調査時の尺度得点

3-2. 2回目(9月)調査

自宅群とアパート群の間で、16項目の身体面およびメンタル面の尺度得点に有意差はなかった(図2)。しかし、アパート群は自宅群より、多愁訴、呼吸器、情緒不安定、抑うつ、生活不規則、神経症、統合失調症、総合指数T1の8項目の尺度得点が10ポイント以上高く、攻撃と虚構の2項目が10ポイント以上低かった。

3-3. 尺度得点の変化

図3は、男子学生について、6月と9月の尺度得点の変化を示したものである。

自宅群では、6月から9月の尺度得点の変化は、直腸径行において10ポイント以上増加した。一方、アパート群では、目や皮膚、消化器の尺度得点が10ポイント以上低下した。

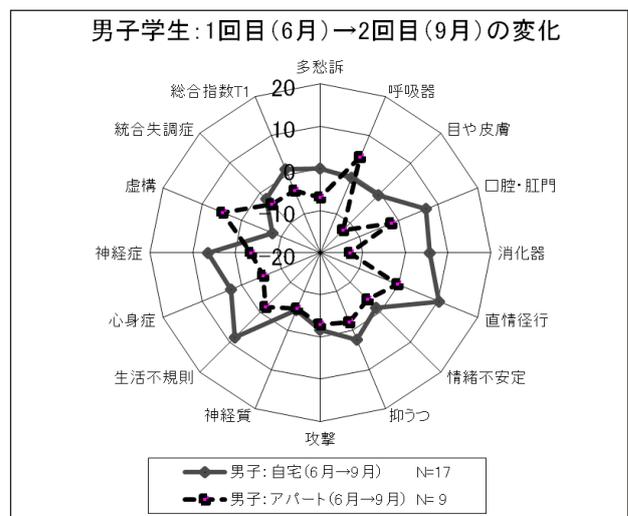


図3. 男子学生の1回目(6月)と2回目(9月)調査における尺度得点の変化

4. 女子学生の健康状態

4-1. 1回目(6月)調査

図4は、女子学生について自宅、アパート、学生寮の3居住形態で分類し、16項目の尺度得点を比較したものである。

分散分析で分散が有意であった項目は直情径行($F=(2,38)=3.58, p=0.045$)のみで、自宅群と学生寮群の間で有意($p<0.05$)であった。尺度得点で10ポイント以上差があったのは、呼吸器(自宅/学生寮)、消化器(アパート/学生寮)、直情径行(自宅/学生寮、アパート/学生寮)、攻撃(自宅/学生寮、アパート/学生寮)、神経質(アパート/学生寮)、生活不規則(自宅/学生寮、アパート/学生寮)、心身症(自宅/学生寮、アパート/学生寮)、神経症(自宅/アパート、自宅/学生寮)、統合失調症(アパート/学生寮)、総合指数T1(アパート/学生寮)であった。

4-2. 2回目(9月)調査

図5は、女子学生について自宅、アパート、学生寮の3居住形態で分類し、16項目の尺度得点を比較したものである。

分散分析で分散が有意であった項目はなかった。尺度得点で10ポイント以上差があったのは、呼吸器(自宅/学生寮、アパート/学生寮)、消化器(アパート/学生寮)、直情径行(自宅/学生寮、アパート/学生寮)、攻撃(自宅/学生寮、アパート/学生寮)、神経質(アパート/学生寮)、生活不規則(自宅/学生寮、アパート/学生寮)、総合指数T1(アパート/学生寮)であった。

4-3. 尺度得点の変化

図6は、女子学生について、6月と9月の尺度得点の変化を示したものである。

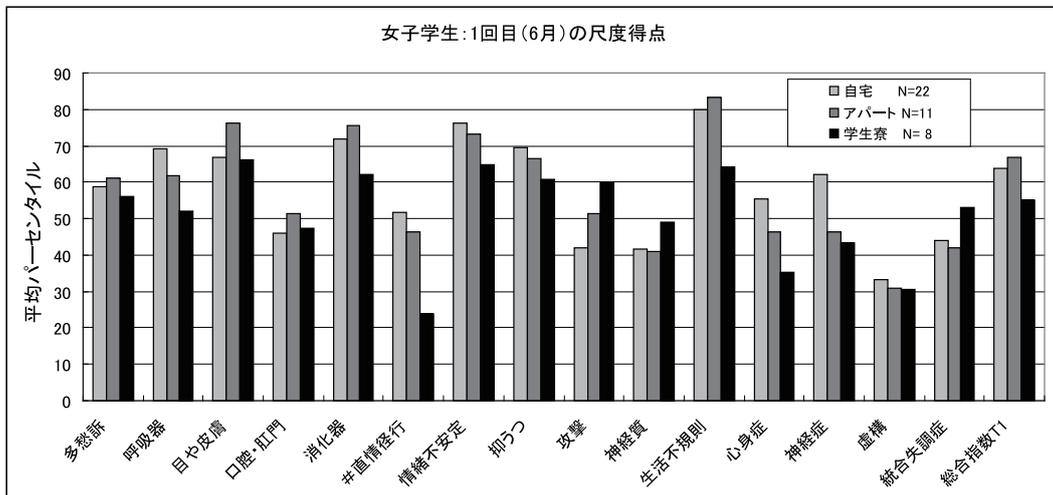


図4. 女子学生の1回目(6月)調査時の尺度得点
#: 自宅群と学生寮群間で有意差 ($p<0.05$)

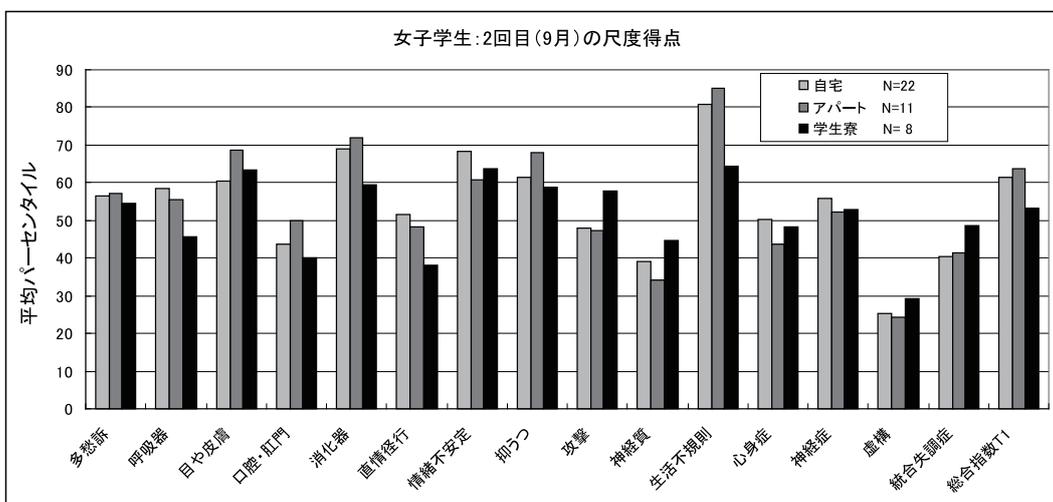


図5. 女子学生の2回目(9月)調査時の尺度得点

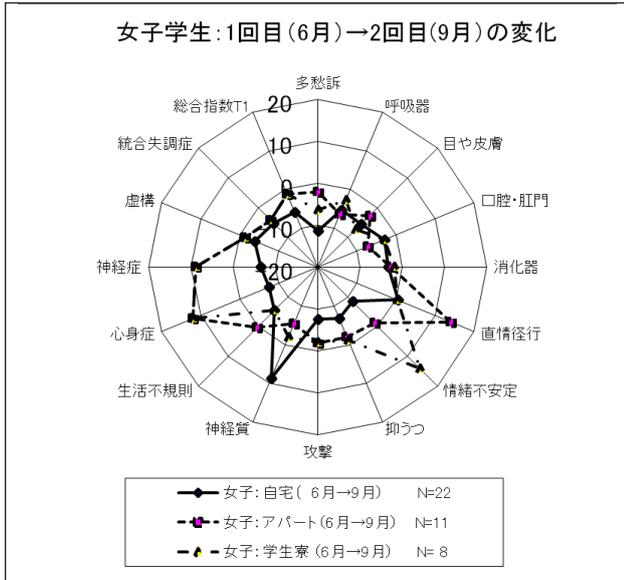


図6. 女子学生の1回目(6月)と2回目(9月)調査における尺度得点の変化

自宅群では、6月から9月の尺度得点が10ポイント以上変化した項目はなかった。アパート群では、情緒不安定が10ポイント以上低かった。学生寮群では、情緒不安定、心身症が10ポイント以上高かった。

5. 通学時間との関連

2回目(9月)では通学時間の質問が行われた。男子学生では自宅群62.1分、アパート群9.0分、女子学生では自宅群53.4分、アパート群12.5分、学生寮群9.3分で、顕著に自宅群が長かった。

自宅群について、通学時間と尺度得点をプロットして得られた相関係数(r)から、男子学生では虚構(r=0.569)が中程度の正相関性があり、女子学生では神経症(r=-0.334)、心身症(r=-0.328)が弱い逆相関性があった。しかし、それ以外の項目については、大きな相関性はなかった。

考察

最近、大学生や短大学生の目的意識や積極性の低下、抑うつ傾向の高さが指摘され、その背景や要因などが検討されている(白石, 2005)。このようなモラトリアム傾向のある学生は、大学入学後に適応障害を発症しやすく、休・退学、留年をしやすいことが指摘されている(西山・笹野, 2004)。

本研究の調査対象者は北関東に位置する伊勢崎市にキャンパスを持つ私立のA大学教育学部の1年生で、1回目調査は入学から3ヶ月、2回目調査は6ヶ月が経過してい

た。6ヵ月後に2回目の調査を実施した理由は、入学以前は自宅から高校に通っていたが、自宅からの通学継続、または両親のもとを離れて新たにアパートや学生寮からの通学がほぼ定常化し、それぞれの居住形態と大学生活の間に折り合いができ、健康状態との関連について検討可能と考えられたからである。

本調査における回答者数は67人(男子26人、女子41人)で、決して十分な例数とはいえないが、居住形態によって健康状態に明確な傾向がみられた。すなわち、男女ともアパート群において、心身の健康状態がもっとも悪かった。また、学生寮群は、自宅群やアパート群より健康状態が良好である傾向がみられた。このような健康状態の相違が生じる原因についていくつか考察した。

第一は、通学時間の影響である。対象学生の約3分の2は、群馬県、栃木県西部、埼玉県北西部の自宅から、公共交通機関または自転車を使って通学しており、通学時間は片道15分~2時間(平均値は、男子学生62.1分、女子学生53.4分)であった。一方、アパート群や学生寮群の通学は徒歩または自転車で30分以内(アパート群の平均値:男子学生9.0分、女子学生12.5分、学生寮群の平均値:女子学生9.0分)であった。しかし、自宅群の学生について、通学時間と尺度得点との相関性は、男子学生では虚構において中レベルの正相関関係が、女子学生では神経症と心身症で低レベルの逆相関関係が認められたのみであった。さらに、女子学生だけの比較であるが、アパート群と学生寮群は通学時間がほとんど変わらないにもかかわらず、健康状態は著しく相違していた。しかも、男女学生に共通して、自宅群は通学時間が長いにもかかわらず、アパート群より良好な健康状態を示していた。これらの結果は、光岡ら(1998)の報告と一致して、通学時間は健康状態に大きく影響する因子ではないことを示唆している。

第二は、居住形態や生活習慣の影響であり、自宅群あるいは学生寮群と比較してアパート群は、生活不規則の尺度得点が有意に高かった点が注目される。学生の非順調修学(休・退学、留年)のリスク因子として、睡眠・覚せいや食生活といった生活習慣の乱れを挙げた報告がある(鈴木ら, 1988; 青木ら, 1989; 田村ら, 1995)。これまでに、女子学生(光岡ら, 1998)や男子学生(武良ら, 1998)を対象にした疲労感やメンタル面の健康状態と生活習慣との関連についての検討が散見され、自宅群とアパート群との間で明確な関連はないと指摘している。しかし、今回の研究結果では、アパート群は心身の様々な尺度において、自宅群や学生寮群より健康状態が悪かった。親もとを離れてアパートで独居を始めたことが、心身の健康状態に影響している可能性が考えられる。一方、学生寮群は自宅群やアパート

群より、数多くの項目で尺度得点が低かった。学生寮では朝食と夕食が提供され、しかも出入りの門限があるため、規則的な生活習慣が維持されやすい。また、同一建物内での生活では、入寮性同士の関係からメンタル面に好ましい影響を及ぼしていると考えられる。

本研究では、尺度得点の変化も検討された。6月実施の1回目調査と違って、9月実施の2回目調査では、自宅群、アパート群、学生寮群の間の尺度得点差は小さくなった。これは、6月の段階では学生生活に十分順応していなかったのが、約半年経過した9月ではかなり慣れてきたことがうかがえる。しかし、依然として、男子学生では自宅群とアパート群の尺度得点に差がみられ、親もとを離れたアパート生活が心身の健康にとってリスク因子となり得ることを示唆している。

心身の健康状態が修学に強く影響することは容易に想像できる。内田(2006, 2008, 2011)が指摘した大学生の休・退学、留年理由のうちの「③大学教育路線から離れる消極的理由(スチューデントアパシー、勉強意欲の減退・喪失、単位不足、学外団体活動、アルバイトや趣味、専門学校などへの進路変更、就職など)」は、THIで評価される項目のうち「生活不規則性」、「情緒不安定」、「抑うつ」、「攻撃性」、「神経質」、「神経症傾向」などが関係している。すでに栗原・荻野(2012)は、大学生を対象に入学時の健康調査結果から、「生活不規則性」、「情緒不安定」、「抑うつ」、「神経症傾向」が退学のリスク因子になる可能性を報告した。

今回の調査結果およびこれまでの報告を総括すると、慣れないアパートでの独居の開始は、生活習慣の乱れを生じ、メンタル面では抑うつ尺度レベルの上昇や虚構性尺度レベル(自己アピール)の低下、身体面では消化器尺度得点の上昇のように、心身の健康状態に悪影響を及ぼしている可能性があり、見守りが必要であることを示唆している。山王丸ら(2003)も、男子大学生を対象にした調査結果から、生活習慣および食生活の乱れは主観的疲労感の高まりと密接に関連することを報告している。

本研究は学生の居住形態と心身の健康状態との関連を自記式健康チェック票THIで包括的に検討したものであり、このような取り組みはこれまで実施されてこなかった。THIは主観的な健康状態の把握が可能であるとともに、医師の診断に頼ることなく定期的かつ簡便に実施することが可能である。健康度を定期的にチェックしながら修学のリスク因子を早い段階で把握すれば、適切な学生指導を行うことが可能になり、修学不調(休・退学、留年など)を未然に防ぐことへの一助につながると期待される。

結論

私立大学教育学部の新入生を対象に入学から3ヶ月および6ヶ月後に実施した、質問紙「健康チェック票THI」による健康度評価の結果から、親もとを離れてアパート住まいをしている学生、特に男子学生の健康状態に問題があることが示された。その原因として、生活不規則の高まりが考えられた。生活習慣の乱れは修学不調の有力なリスク因子である。したがって、アパート住まいの学生に対しては、修学支援の方策の一つとして、生活習慣の状況を見守ることが重要であると考えられる。

文献

- 青木繁伸・鈴木庄亮・柳井晴夫(1974): 新しい質問紙健康調査票(THI)作成のこころみ. 行動計量学 **2**, 41-53.
- 青木繁伸・鈴木庄亮・柳井晴夫(1989): 質問紙健康調査票THIによる精神的疾患の判別診断. 医学のあゆみ **110**, 763-768.
- 福田真也(2000): 大学生の引きこもりと心身症. 心身医療 **40**, 199-205.
- 厚生労働省(2007): ニートの状態にある若年者の実態及び支援策に関する調査研究. 厚生労働省, 東京.
- 栗原 久・荻野基行(2012): 大学入学時の自記式健康度調査(THI)による長期授業欠席リスクの高い学生の予測. 東京福祉大学・大学院紀要 **2**, 115-121.
- 栗原 久・佐々木貴雄・古俣龍一ら(2015): 東京福祉大学赤城山宿泊研修の成果と課題 その2. 1年生のレポート記述の分析. 東京福祉大学 大学院紀要 **5**, 93-101.
- 光岡攝子・小林春男・奥田昌之ら(1998): 女子学生の疲労感の実態と関連要因について. 山口医学 **47**, 21-28.
- 文部科学省(2015): 平成27年度学校基本調査(確定値)の公表について.
www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_/_ics-Files/.../01/.../1365622_1_1.pdf (2016年9月20日検索)
- 中井大介・茅野理恵・佐野 司(2007): UPIから見た大学生のメンタルヘルスの実態. 筑波学院大学紀要 **2**, 159-173.
- 日本中退予防研究所(2010): 中退白書 2010. NEWVERY, 東京.
- 西山温美・笹野友寿(2004): 大学生の精神健康に関する実態調査. 川崎医療福祉学会誌 **14**, 183-187.
- 山王丸靖子・松原誠史・武藤慶子(2003): 生活習慣及び食生活から見た男子大学生の疲労自覚症状の実態について. 県立長崎シーボルト大学看護栄養学部紀要 **4**, 11-21.

- 白石智子 (2005) : 大学生の抑うつ傾向に対する心理学的介入の実践研究 - 認知療法による抑うつ軽減・予防プログラムの効果に関する一考察 - . 教育心理学研究 **53**, 252-262.
- 鈴木庄亮・浅野弘明・青木繁伸ら編著 (2005) : 健康チェック票THIプラス - 利用・評価・基礎資料集. 武田書店, 藤沢.
- 鈴木庄亮・青木繁伸・小川正行 (1988) : 医学部入学者の、高校・医進・専門・国家試験における成績間の相互関連 - 特に非順調進学者の予測可能性について - . 医学教育 **19**, 33-40.
- 武良徹文・田村 進・埜森武雄ら (1998) : 男子高校生と大学生における生活習慣と精神的健康の関連. 発育発達研究 **26**, 43-52.
- 田村祐司・堀安高綾・鈴木庄亮 (1995) : 東京商船大学1年生における生活習慣と健康指標の関連性. 東京商船大学研究報告(自然科学) **45**, 63-79.
- 内田千代子 (2006) : 国立大学の休・退学、留年学生および志望に関する調査 - 精神科医から見たサポートの必要性 - . 国立大学マネジメント **2**, 27-32.
- 内田千代子 (2008) : 大学生における休・退学、留年学生に関する調査 第28報. 「休・退学, 留年学生調査」事務局 (茨城大学保健管理センター内), 水戸.
- 内田千代子 (2011) : 大学生における休・退学、留年学生に関する調査 第31報. 「休・退学, 留年学生調査」事務局 (茨城大学保健管理センター内), 水戸.

Comparison of the Health Conditions among New Comer University Students Based on the Living Forms

Hisashi KURIBARA, Miguel L. LOPEZ and Takashi SHIBATA

School of Education, Tokyo University of Social Welfare,
2020-1 San'o-cho, Isesaki-city, Gunma 372-0831, Japan

Abstract : The health conditions of 67 new comer university students (26 males and 41 female) were assessed by the total health index (THI) two times at three and six months, respectively, after entrance to school of education of a university at Isesaki-city, Gunma. The results were analyzed based on the living forms; family home, apartment house and dormitory. In the male students, apartment house group (9 males) showed inferior health conditions than those living in their family house (17 males) at the first check carried out three months after the entrance. Such trend was kept at the second check carried out 6 months after the entrance. In the female students, the dormitory group showed the best health conditions at the first check, and there was no significant difference among groups at the second check. These results suggest that the inferior health conditions demonstrated by the male apartment house group may be associated with the low level of life style.

(Reprint request should be sent to Hisashi Kuribara)

Key words : University students, Total Health Index (THI), Health conditions, Living forms

某福祉系大学の通信教育課程学生における喫煙状況と総合的健康度

浅井恭子*¹・栗原 久*²

*1 東京福祉大学 教育学部(名古屋キャンパス)
〒460-0002 愛知県名古屋市中区丸の内2-13-32

*2 東京福祉大学 教育学部(伊勢崎キャンパス)
〒372-0831 伊勢崎市山王町2020-1

(2016年3月14日受付、2016年6月9日受理)

抄録: 某福祉系大学の通信教育課程に在籍する学生(男子69人:平均年齢33.1歳、女子188人:平均年齢36.0歳)を対象に、喫煙の有無に基づいて、心身の総合的健康度を、自記式「健康チェック票 THI」にて評価した。男子の60.9%、女子の43.1%が喫煙者で、全国レベルより著しく(約30%)高かった。興味深いことに、喫煙者の方が非喫煙者より症状尺度得点が低い(健康度の順位が良好)場合が多く、男子では攻撃性(積極性)、心身症傾向、神経症傾向において、女子では虚構性において、尺度得点の差が有意であった($p<0.05$)。これらの結果は、調査対象として通信教育過程学生における喫煙状況と健康状態の関係の特異性を示しており、メンタル面に及ぼす喫煙のプラスの効果を利用している割合が高い可能性を示唆している。

(別刷請求先: 浅井恭子)

キーワード: 通信教育過程学生、喫煙習慣、総合的健康度

緒言

大学通信教育課程は、主に「印刷教材等による授業」(自己学習)と「面接授業」(スクーリング)によって行われ、単位修得試験などの審査に合格して単位認定を受け、大学卒業資格(学位)を取得するシステムとなっている。この修学形態は、出発時点では「生涯学習」という性格が強かったが、学費が低廉でありながら通学課程と同じ学位の取得ができるため、現在では高等教育の重要な柱の一つになっている(鈴木, 2008)。大学卒業は、専門資格の取得、あるいは資格の受験条件となっているものが少なくなく、そのため最近では、通信教育課程は単なる教養を高める場だけではなく、多くの学生は資格取得を目的に学んでいることが多い(内山, 2016)。卒業によって得られる資格は就労中の職種と関連しているものが多く、給与や地位に直結しているため、通信教育課程の学生は、職業と勉学に多大な努力をしている。当然のことながら、就業と勉学の両立はストレス誘発の原因になり得るものであり、その緩和と健康維持が重要な課題となる(中村・渡部, 2002; 西出ら, 2013)。

喫煙はニコチンの脳内報酬系に対する刺激で引き起こされる快感を求めた自己投与行動であり(栗原ら, 1988)、

その開始には新規性追求(novelty seeking)が、継続には損害回避(harm avoidance)との関連が指摘されている(森田ら, 1996)。さらに、喫煙理由として、眠気をとったり集中力を高めたりして、仕事・勉強の能率をあげたいということも挙げられている(栗原・田所, 1989; 栗原ら, 1989)。通信教育課程の学生は、職場の中での様々なストレス刺激に曝露され、そのような状況の中でも勉学を続けなければならない状況に置かれているためストレス状態に陥りやすく、その解消手段の一つとして喫煙することが想定される。

これまでに実施された通学課程の学生を対象にした研究において、喫煙学生は非喫煙学生より自己評価(西山ら, 2013)、自尊感情(石田, 2008)、日常生活状況(曾我部ら, 2008; 石田ら, 2010; 藤丸, 2010)が、全般的に低いとの報告がなされている。しかし、就業しながら勉学をしている通信教育課程の学生を対象に、喫煙状況を加味した健康状況の調査報告はない。

そこで、本研究では、某福祉系大学の通信教育課程学生を対象に、自記式「健康チェック票 THI」(鈴木ら, 2005)で健康状態を評価し、喫煙者と非喫煙者との比較を行った。

研究対象および方法

1. 対象者

調査対象者は、A大学の通信教育課程に在籍し、著者の一人(B)が担当した、医学概論、解剖生理学I、生理学の面接授業(スクーリング)を受講した、男子学生(69人)と女子学生(188人)である。これらの学生のかなりの部分は、社会福祉施設や関連施設において正社員またはパート・派遣社員として就労しており、社会福祉士や精神保健福祉士の国家試験受験資格、衛生管理者資格あるいは養護教諭免許状の取得を目的としていた。

2. 調査方法

健康度評価データは、2012年8月～2015年10月の間に行ったスクーリングの際に収集した。いずれも、1日目のスクーリング終了後に、自記式「健康チェック票THI」に記入してもらい、当日夜にデータをPCに入力して、専用ソフト(鈴木ら, 2005)にて結果を出力した。個人の評価結果は、翌日の授業開始前に、記入用紙と評価結果を併せて、本人に直接手渡すとともに、授業(ストレス刺激とストレスの単元)の参考資料として活用した。

2-1. 健康状態の評価

自記式「健康チェック票THI」(鈴木ら, 2005)では、心身両面の自覚的状態および生活面の行動に関連する130項目の質問に対して、自分の判定で「はい」、「どちらでもない」、

「いいえ」の方法で答えてもらい、それぞれに3点、2点、1点を与える。そして、回答から得られた尺度得点を該当する症状項目ごとに積算するとともに、男女約1.1万人から得られた、尺度得点の男女別標準分布に対するパーセンタイルを算出する。パーセンタイル値50%が標準分布の中間順位であり、それより大きい場合は症状・程度の順位が高い、小さい場合は症状・程度の順位が低いということになる。

健康に関する評価項目は16尺度で、その内訳を表1に示す。

身体面については、①-1 多愁訴(だるい、頭重、肩こりなど)、①-2 呼吸器(咳、痰、鼻水、喉の痛みなど)、①-3 目や皮膚(皮膚が弱い、目が充血するなど)、①-4 口腔・肛門(舌が荒れる、歯茎から出血する、排便時に肛門が痛い、出血するなど)、①-5 消化器(胃が痛む、もたれるなど)の5尺度がある。

性格面については、②-1 直情径行(イライラする、短気、カッとなるなど)、②-2 虚構性(虚栄心、欺瞞性・他人を羨むなど)、②-3 情緒不安定(物事を気にする、対人過敏など)、②-4 抑うつ(悲しい、孤独、憂うつなど)、②-5 攻撃性(積極的; 反対は消極的)、②-6 神経質(心配性、苦勞性など)の6尺度である。

さらに、精神症状・総合健康度・生活習慣については、③-1 心身症傾向(心身に対するストレス)、③-2 神経症傾向(心の悩み・心的不安定など)、③-3 統合失調症傾向(思考・言動の不一致; 反対は頑固)、③-4 総合不調度(身体面の全般的な不調感)、③-5 生活不規則(宵っ張りの朝寝坊、朝食抜きなど)の5尺度である。

表1. 自記式「健康チェック票THI」による健康度の評価尺度

項目	症状	尺度得点またはパーセンタイル
①-1 多愁訴	だるい・頭重・肩こりなど	低い方が良好
①-2 呼吸器	咳・痰・鼻水・喉の痛みなど	低い方が良好
①-3 目や皮膚	皮膚が弱い・目が充血するなど	低い方が良好
①-4 口腔・肛門	舌が荒れる・歯茎から出血する・排便時に肛門が痛い・出血するなど	低い方が良好
①-5 消化器	胃が痛む・もたれる・胸焼けがするなど	低い方が良好
②-1 直情径行性	イライラする・短気・すぐにカッとなるなど	低い方が良好
②-2 虚構性	欺瞞性・虚栄心・他人を羨むなど	中程度が良好
②-3 情緒不安定	物事を気にする・対人過敏・人付き合いが苦手など	低い方が良好
②-4 抑うつ	悲しい・孤独・憂うつなど	低い方が良好
②-5 攻撃性	積極的・意欲的・前向き思考など(反対は消極的・後ろ向き思考など)	中程度が良好
②-6 神経質	心配性・苦勞性など	低い方が良好
③-1 心身症傾向	ストレス関連の各種身体症状	低い方が良好
③-2 神経症傾向	心の悩み・心的不安定など	低い方が良好
③-3 統合失調症傾向	思考・言動の不一致など	中程度が良好
③-4 総合不調度	心身面の全般的な不調感	低い方が良好
③-5 生活不規則性	宵っ張りの朝寝坊・朝食抜きなど	低い方が良好

1-2. 喫煙状況

THIの130の質問項目の1つに喫煙に関するものがあり、それには1日あたりの本数(20本以上、20本未満、非喫煙)の質問となっている。しかし、喫煙者であっても1日当たりの喫煙本数が20本以上であった者は少なかったため、本研究では現在喫煙の有無をもって非喫煙者、喫煙者に分けた。

3. 個人情報の保護

本調査を実施するに当たり、調査結果をまとめた論文から個人が特定されることはないこと、喫煙の有無によって個人に不利益・利益になるような取り扱いを行わないこと、また、回答の提出は自由で、提出しなくてもスクーリングの成績評価に何ら不利益になることはないこと、回答があったことをもって依頼に同意したとみなすことを文章によって告知した。さらに、本調査で得られた個人情報は研究目的のみに使用し、回答用紙は研究結果を論文として発表してから5年間保存した後に破棄することなどについて、口頭による補足説明した。

4. 統計処理

対象者の①～⑯の評価項目のパーセンタイル値(尺度得点)を、男女別に、非喫煙者および喫煙者に分けて集計した。群間の比較はt検定(両側)にて行い、危険率が5%未満($p<0.05$)の場合は有意差があったとした。

結果

1. 対象者の基本状況

男子学生(69人)は、平均年齢 33.1 ± 9.3 歳(20~62歳)で、分布は20~29歳が最も多く、20~49歳が全体の97%を占めていた。一方、女子学生(188人)は、平均年齢 36.0 ± 10.8 歳(19~62歳)で、分布は30~39歳が最も多く、20~49歳が全体の87%、50歳以上が12%で、男子学生よりやや年齢が高かった。しかし、年齢に関して、男女間で有意差はなかった。

表2は、対象者の喫煙状況をまとめたものである。

男子学生69人のうち27人(39.1%)は非喫煙者で、42人(60.9%)は喫煙者であった。また、女子学生188人のうち107人(56.9%)は非喫煙者で、81人(43.1%)は喫煙者であった。

表2. 調査対象者の喫煙率

	非喫煙者数(%)	喫煙者数(%)	総数
男子学生	27 (39.1%)	42 (60.9%)	69
女子学生	107 (56.9%)	81 (43.1%)	188

2. 男子学生の健康状態

図1~図3は、男子学生の非喫煙群および喫煙群について、それぞれ身体面(図1)、性格面(図2)、精神症状・総合健康度・生活習慣(図3)の平均尺度得点を比較したものである。

2-1. 身体面の尺度得点

非喫煙群および喫煙群とも、身体面の5項目の尺度得点は標準群の中間値(50%)より10%以上高かった。70%以上だったのは、非喫煙群では「目や皮膚」と「多愁訴」の2尺度で、喫煙群では「目や皮膚」の1尺度であった。

「多愁訴」と「目や皮膚」については、非喫煙群の尺度得点は喫煙群より10%以上高かった。

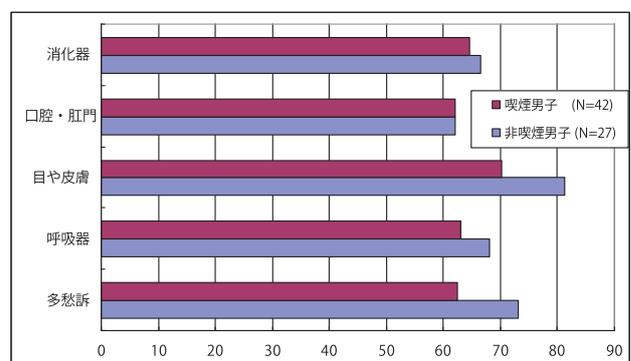


図1. 身体面の尺度パーセンタイル値について、非喫煙男子学生と喫煙男子学生の比較

2-2. 性格面の尺度得点

標準群と比較して、「神経質」、「抑うつ性」、「情緒不安定」、「直情径行性」の尺度得点は高く、逆に「攻撃性」、「情緒不安定」、「虚構性」の5尺度の得点は低かった。

非喫煙群は喫煙群より、「攻撃性」については有意($p<0.05$)に低く、「抑うつ性」と「情緒不安定」は、有意ではなかったが、10%以上高かった。

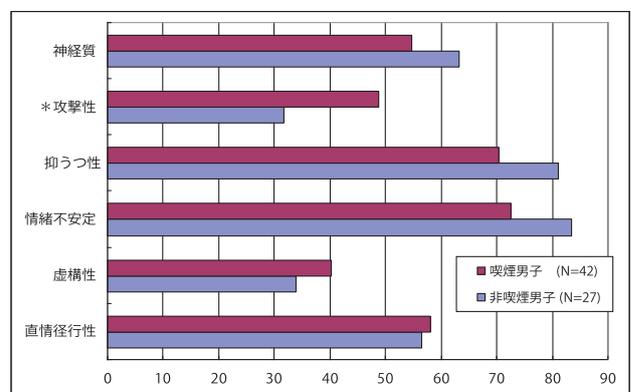


図2. 性格面の尺度パーセンタイル値について、非喫煙男子学生と喫煙男子学生の比較
*: $p<0.05$.

2-3. 精神症状・総合健康度・生活習慣の尺度得点

非喫煙群では、尺度得点が標準群より10%以上高かったのは、「心身症傾向」、「神経症傾向」、「統合失調症傾向」、「総合不調度」、「生活不規則性」の5尺度であった。

喫煙群では、尺度得点が標準群より10%以上高かったのは「総合不調度」と「生活不規則性」の2尺度であった。

非喫煙群は喫煙群と比較して、「心身症傾向」と「神経症傾向」が有意 ($p<0.05$) に高く、「統合失調症傾向」と「生活不規則性」は、有意ではなかったが、10%以上高かった。

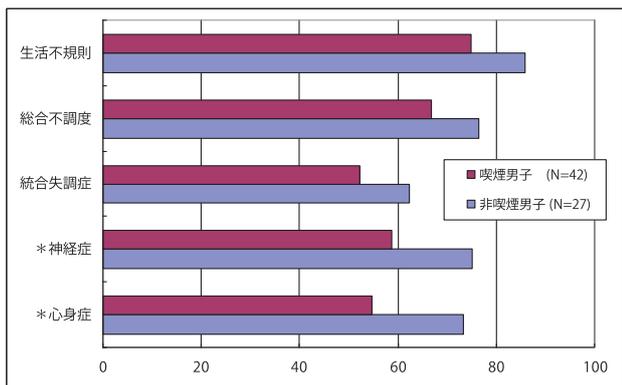


図3. 精神症状・総合健康度・生活習慣の尺度パーセンタイル値について、非喫煙男子学生と喫煙男子学生の比較
*: $p<0.05$ 。

3. 女子学生の健康状態

図4～図6は、非喫煙女子学生と喫煙女子学生について、それぞれ身体面(図4)、性格面(図5)、精神症状・総合健康度・生活習慣(図6)の平均パーセンタイル値を比較したものである。

3-1. 身体面の尺度得点

非喫煙群および喫煙群とも、「呼吸器」と「口腔・肛門」の尺度得点は標準群の中間値(50%)より10%以上、「多愁訴」、「目や皮膚」、「消化器」は20%以上高かった。しかし、

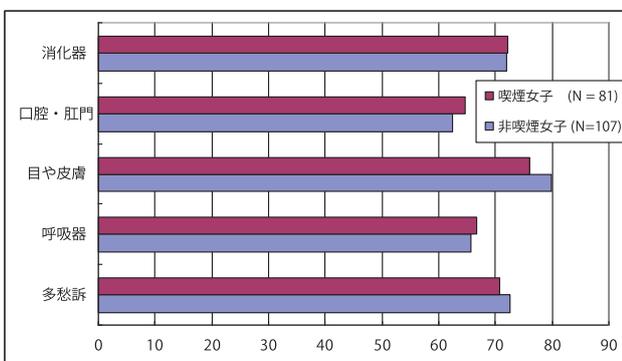


図4. 身体面の尺度パーセンタイル値について、非喫煙女子学生と喫煙女子学生の比較

いずれの尺度得点とも、非喫煙者と喫煙者との間で著しい差はなかった。

3-2. 性格面の尺度得点

非喫煙者は、標準群の中間値より、「直情径行性」、「情緒不安定」の尺度得点が10%以上、「抑うつ性」は20%以上高かった。喫煙者では、「情緒不安定」、「抑うつ性」の尺度得点が、標準群の中間値より10%以上高かった。

非喫煙者は喫煙者より、「虚構性」の尺度得点が有意 ($p<0.05$) に低かった。それ以外の尺度得点については、非喫煙者と喫煙者の間で大きな差はなかった。

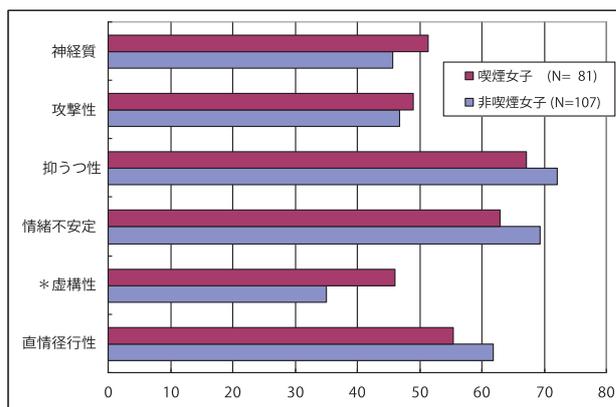


図5. 性格面の尺度パーセンタイル値について、非喫煙女子学生と喫煙女子学生の比較
*: $p<0.05$ 。

3-3. 精神症状・総合健康度・生活習慣の尺度得点

標準群の中間値より、非喫煙群は「神経症傾向」の尺度得点が10%以上、「生活不規則性」の尺度得点が20%以上高かった。喫煙群では、「生活不規則性」の尺度得点が、標準群の中間値より、10%以上高かった。それ以外の尺度については、標準群と著しい差がなかった。

非喫煙群と喫煙群との比較では、いずれの尺度得点とも著しい差はなかった。

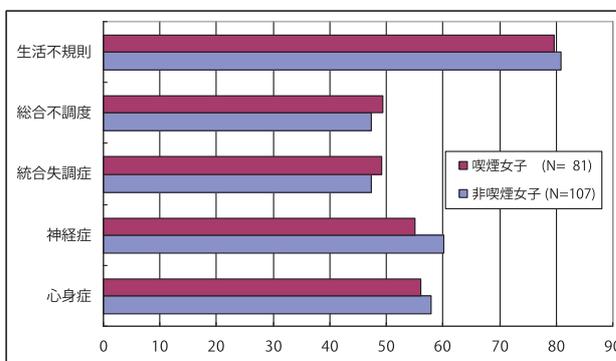


図6. 精神症状・総合健康度・生活習慣の尺度パーセンタイル値について、非喫煙男子学生と喫煙男子学生の比較

考察

我が国における成人男子の喫煙率は低下傾向にあり、2015年の調査(日本たばこ産業, 2015)では、初めて30%以下となった。一方、成人女性の喫煙率は12%前後で、ここ数年間は横ばいの状況で推移している。このような喫煙動向は、健康への関心の高まりに呼応して2000年に策定された『健康日本21』、さらにその内容を発展させて具体的な健康活動として提唱されている、適切な生活習慣(食習慣、睡眠習慣、運動習慣、生活の規則性、禁煙、アルコールの適正摂取)の成果とすることができる(厚生労働省, 2015)。不適切な生活習慣は生活習慣病に分類される身体面の疾患群のみならず、メンタル面の様々な疾患の発症と密接に関連している(富永ら, 2001; 高橋, 2009; 高野ら, 2009; 佐々木, 2012)。好ましくない生活習慣の中で、喫煙が健康悪化の代表的因子であることは周知の通りである。

一般的に、喫煙が身体面の健康に悪影響を及ぼすことはよく知られている(大原ら, 1995)。通学課程の大学生を対象にした調査では、喫煙者は非喫煙者より自尊感情が低いこと(森田ら, 1996; 石田, 2008; 石田ら, 2010; 角田ら, 2011)、自己評価に影響する生活習慣関連因子の劣悪(曾我部ら, 2008; 藤丸, 2010; 西山ら, 2013)が報告されている。浅井・栗原(2014)も、今回の研究で利用したのと同じ自記式「健康チェック票 THI」によって福祉・医療系専門学校の学生を対象に喫煙と健康状態との関連を評価し、喫煙者は非喫煙者より、16尺度のすべてにおいて尺度レベルが高い(健康状態が劣る)傾向があることを報告した。

しかし、従来の報告に基づく予想とは著しく異なり、本研究対象となった通信教育課程の男子学生では、身体面、性格面、精神面の多くの項目で、喫煙群の方が非喫煙群より症状尺度得点が低かったのである。また、「虚構性」、「攻撃性(積極性)」、「統合失調症傾向」は好ましいレベルが中間値の50%であるが、これらの尺度得点についても、喫煙者の方が非喫煙者より50%レベルに近かった。女子学生においても、喫煙者の方が非喫煙者より、虚構性の尺度得点は50%に近かった。一方、身体面の尺度得点については、喫煙者と非喫煙者の間で有意差はなかった。これらの結果は、本研究対象とした通信教育課程の学生では、喫煙はメンタル面の健康状態を改善している可能性を示唆している。

通信教育課程の学生は多くが就業しており、忙しいなかで時間調節して勉学に励んでいる。そのことから、就業時間を割いて勉学のための時間確保が必要となり、様々なストレス刺激が重なっている可能性が容易に想定できる。例えば、西出ら(2013)は、看護学科通信制課程(2年課程)の学生を対象にした調査から、レポートの作成、学習時間

の確保、学習内容の理解、仕事の両立、自分の根気、家庭との両立に不安を抱いている割合が高いことを報告している。内山(2016)も、成人の生涯学習を支援する通信教育において、メンタル面を考慮したサポート体制の構築が重要であることを指摘している。

ストレスの緩和策として、運動や趣味の実行などが推奨されているが、就業と勉学を両立させなければならない通信教育課程の学生にとっては、これらの活動実践を通したストレス緩和は、物理的および時間的にかかなり困難である。そこで、別のストレス緩和策が求められ、その手段の1つとして喫煙が行われている可能性がある。三徳(2010)は、高齢者施設ケア従事者を対象にした調査において、喫煙率が男女とも高く、喫煙者とストレスとの間には、職場環境、働き甲斐、技能の活用度、活気、イライラ感など、メンタル面の症状と関連し、喫煙をストレス緩和に利用していると報告している。喫煙やニコチン投与がメンタル面に及ぼす喫煙の効果として、イライラや不安が高いときはそれらのレベルを下げ、消極的な性格者においては積極性を高めることが知られている(栗原・田所, 1989)。

これらの報告は、本研究の対象とした通信教育課程の男女学生の喫煙率が全国平均(日本たばこ産業, 2015)より高いこと、また、メンタル面のいくつかの症状において、喫煙者の方が非喫煙者より良好であったことと一致している。類似する調査結果として、津波被災で2.5年にわたって仮設住宅に居住中の熟年者(40~70歳)を対象にした健康度調査において、男性喫煙者は男性非喫煙者よりメンタル面の症状が良好で、しかも積極性が高いという結果が得られており、喫煙がストレス緩和や意欲向上に関与している可能性が示唆されている(栗原ら, 未発表データ)。しかし、喫煙率が高いことや喫煙によるメンタル面の症状緩和には性格的背景の存在を示唆する報告もあり(森田ら, 1996)、喫煙とメンタル面の症状との関連についてはさらに検討が必要である。

長年にわたる喫煙が身体に悪影響を及ぼすことは疑いのないことである(津金ら, 2007)。特に悪性新生物(がん)、呼吸器系・循環器系疾患のリスクは数年、あるいは数十年単位の長いスパンで高まる。したがって、喫煙が短期的にはでストレス緩和に有効であったとしても、それを利用するのではなく、長期的な観点にたつて、スポーツや趣味などを通して健康的なストレス緩和策を図ることが大切であることは言うまでもない。特に、女子学生では喫煙率が43%で、全国平均(日本たばこ産業, 2015)より約30ポイント高く、メンタル面の症状緩和が比較的弱く、わずかに虚構性尺度の改善がみられたにすぎなかったことは深刻に考える必要がある。女子学生では喫煙本数が少なかった可能性はあ

るものの、喫煙によるメンタル面の症状緩和というメリットより、デメリットの方が大きいと判断すべきである。

本研究は、通信教育課程の学生を対象とした調査であり、喫煙がメンタル面において何らかのプラスの効果を示す可能性が示唆している。しかし、本結果を通信教育課程学生の一般的動向と結論すべきではなく、かつ、喫煙のメリットとして強調すべきではないと考えている。その理由は、①対象者が、著者の一人(B)が担当した医学概論、解剖生理学I、生理学を受講した学生に限定されていること、②学生の平均年齢が、男子学生では33.1±9.3歳、女子学生では36.0±10.8歳でかなり広範囲にわたっていること、③対象者数が男子学生69人、女子学生188人であり、喫煙歴、職種、年齢などを加味した分析をするには不十分であること、の3点である。今後、調査対象者を増やして、各種因子を加味しながら、喫煙と健康状態との関連を詳細に分析していきたいと考えている。

結論

通信教育課程に在籍する男女学生を対象に、喫煙の有無に基づいて、心身の総合的健康度を、自記式「健康チェック票 THI」にて評価した。全国レベルの喫煙率と比較して、男子学生は60.9%、女子学生43.1%で、いずれも約30ポイント高かった。男子学生では、喫煙者の方が非喫煙者より、身体面およびメンタル面の症状レベルが良好であり、喫煙が健康状態に悪影響を及ぼすという一般的見解とは逆の結果であった。

本研究結果は、通信教育課程の学生は就業と勉学の両立のためストレスが高く、その緩和に喫煙を行っている可能性を示唆している。今後、対象者数を増やして詳細に検討していきたい。

文献

浅井恭子・栗原 久(2014)：自記式健康チェック票THIによる専門学校生の健康状態の評価－非喫煙者と喫煙者の比較－. 東京福祉大学・大学院紀要 **5**, 43-50.

藤丸郁代・青石恵子・山口知香枝ら(2010)：喫煙が及ぼす学生生活および生活習慣への影響. 中部大学教育研究 **10**, 123-127.

石田京子(2008)：短期大学生(本学)の喫煙実態と自尊感情の関連. 創発：大阪健康福祉短期大学紀要 **7**, 13-19.

石田京子・眞鍋 穰・田中真佐恵ら(2010)：学生の生活習慣と喫煙、健康状態、授業への出席状況との関連. 創発：大阪健康福祉短期大学紀要 **9**, 47-55.

厚生労働省(2015)：平成26年国民健康・栄養調査. 厚生労働省, 東京.

栗原 久・田所作太郎・清水義治(1988)：ニコチンおよび喫煙の精神薬理学I.－依存性と嫌悪効果－. 神経精神薬理 **10**, 771-791.

栗原 久・田所作太郎(1989)：喫煙とニコチンの精神作用. 最新医学 **44**, 1364-1370.

栗原 久・田所作太郎・清水義治(1989)：ニコチンおよび喫煙の精神薬理学 II.－行動薬理学的効果－. 神経精神薬理 **11**, 67-87.

三徳和子(2010)：高齢者施設ケア従事者の喫煙率及び喫煙と職業性ストレスと関連. 日本禁煙学会雑誌 **5**, 10-17.

森田展彰・佐藤親次・松崎一葉ら(1996)：喫煙行動に対する人格特性及びストレスの関与. アルコール依存とアディクション **13**, 58-73.

中村和朗・渡部 悟(2002)：通信教育課程学生の健康・体力感と食生活との関係について. 桜門体育学研究 **37**, 20-28.

日本たばこ産業(2015)：2014年「全国たばこ喫煙者率調査 2015」. <http://www.jti.co.jp/corporate/enterprise/tobacco/data/smokers/index.html> (2015.12.30検索)

西出順子・金川治美・武 ユカリら(2013)：入学前授業終了時調査からみる入学前の不安と年代別特性. 神戸常盤大学紀要 **6**, 57-66.

西山 緑・橋本充代・田所 望ら(2013)：医学生としての適切な行動態度を自己評価するときに影響する生活習慣関連因子の検討－第1年学年から第2学年への自己評価点の変化を中心に－. Dokkyo J. Med. Sci. **40**, 175-184.

大原健士郎・栗原 久・洲脇 寛ら(1995)：特集／ニコチン依存の基礎と臨床. 臨床精神医学 **24**, 1137-1174.

佐々木浩子(2012)：大学生における主観的健康観と生活習慣および精神的健康度との関連. 人間福祉研究 **15**, 73-87.

曾我部夏子・丸山里枝子・佐藤和人ら(2008)：男子学生における喫煙と食生活状況および食生活に対する意識との関連性について. 日本公衆衛生雑誌 **55**, 30-36.

鈴木庄亮・浅野弘明・青木繁伸ら編著(2005)：健康チェック票THIプラス－利用・評価・基礎資料集. 武田書店, 藤沢.

鈴木克夫(2008)：大学通信教育と社会人学生. IDE現代の高等教育 **502**, 30-35.

高橋恵子(2009)：大学生の健康意識と生活習慣に関わる心理的要因について－ストレスと情動反応と対処行

- 動, 主観的健康統制感からの検討一. 弘前大学保健管理概要 **30**, 4-21.
- 高野裕治・野内 類・高野晴香ら (2009): 大学生の食生活スタイル ー精神健康及び食行動異常との関連ー. 心理学研究 **80**, 321-329.
- 富永美穂子・清水益治・森 敏昭ら (2001): 中・高校生および大学生の食生活を中心とした生活習慣と精神的健康度の関係. 日本家政学会誌 **52**, 499-510.
- 角田英恵・桂 敏樹・星野明子ら (2011): 男子大学生の喫煙に関連する要因: 喫煙者と非喫煙者の比較から. 京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻紀要 (健康科学) **7**, 37-42.
- 津金昌一郎・小林 哲・久松順子ら (2007): 特集 喫煙と内科疾患 ーエビデンスと対策ー. 診断と治療 **97**, 1333-1392.
- 内山淳子 (2016): 成人の生涯学習を支援する大学通信教育: 佛教大学通信教育課程の社会人学生調査をもとに. 佛教大学総合研究所共同研究成果報告論文集 **2**, 29-46.

Comparison of the Total Health Conditions in the Students of Correspondence Course of a University Based on the Smoking Habit

Kyoko ASAI^{*1} and Hisashi KURIBARA^{*2}

*1 School of Education, Tokyo University of Social Welfare (Nagoya Campus),
2-13-32 Marunouchi, Naka-ku, Nagoya-city, Aichi 460-0002, Japan

*2 School of Education, Tokyo University of Social Welfare (Isesaki Campus),
2020-1 San'o-cho, Isesaki-city, Gunma 372-0831, Japan

Abstract : The total health conditions, assessed by total health index THI, were compared in the students (69 male: average age of 33.1 years; and 188 females: average age of 36.0 years) of correspondence course of a university based on the smoking habit. The smoking rates of 60.9% and 43.1% for males and females, respectively, were approximately 30% higher than those of national levels. In contrast to common sense, the health conditions of smokers were better than those of non-smokers. It has been reported that, under stressful situations, smoking may act to relieve the mental conditions. The present results suggest that the university students of correspondence course tend to smoke for relief of the stress-related mental conditions.

(Reprint request should be sent to Kyoko Asai)

Key words : University students of correspondence course, Smoking habit, Total Health conditions

中学生期における不登校の発生予防に関する研究 — 第1報 不登校発生に関与すると考えられるスピリチュアル要素を 把握するための質問紙の作成 —

増田 敦^{*1}・鈴木路子^{*2}

*1 専門学校 三育学院カレッジ
〒298-0297 千葉県夷隅郡大多喜町久我原1500

*2 東京福祉大学 大学院 教育学研究科(伊勢崎キャンパス)
〒372-0831 群馬県伊勢崎市山王町2020-1

(2015年11月27日受付、2016年9月8日受理)

抄録: 本研究では、『スピリチュアルに関連する要素が満たされていない状態』にあるとき、不定愁訴や抑うつ性、生活習慣の乱れが引き起こされ、結果不登校が発生する」という仮説を立てた。仮説を基に、WHO憲章の改正案で加えられることが提起された「スピリチュアル」に着目し、「不定愁訴」、「抑うつ性」、「生活習慣」といった心身の健康に関する要因と「働く」、「生きがい」、「愛される、愛する」といったスピリチュアルに関連すると考えられる要素との相互関係から考察し、不登校傾向の生徒の把握と不登校を防止するための方策を探ることを目的とした。本報告では、「働く」、「生きがい」、「愛される、愛する」といった不登校発生に関与すると考えられるスピリチュアル要素を把握するための質問紙を作成した。その質問紙の作成過程と内容について報告する。

(別刷請求先: 増田 敦)

キーワード: スピリチュアル、生きがい、働く、愛される、愛する

はじめに

近年、不登校の児童生徒の数が増加傾向にある。文部科学省平成26年度学校基本調査速報(文部科学省, 2014)によると、2013(平成25)年度長期欠席者のうち「不登校」を理由とする小学校児童および中学校生徒はそれぞれ24,000人と95,000人であった。どちらも前年度を3,000人および4,000人上回っており、増加傾向にあった。特に中学校では、前年度まで不登校の生徒数は減少傾向にあったが、再度増加に転じた。今後も不登校の児童生徒は増加すると予想される現状にあって、その要因について明らかにすることが必要である。近年、学校に「登校する」、「登校しない」ということに対して様々な考え方や価値観があり、一概に不登校は問題だと決めつけることはできない。しかし、学校に行きたくても行くことのできない児童生徒に対してはその問題点を明らかにし、解決策を講じることは重要な課題ではないかと考える。

これまでの研究によると、不登校の発生要因として「不定愁訴」、「生活習慣」が考えられている。中野・長谷川

(1997)は、不定愁訴とは「不安定で消長しやすい自律神経性身体的愁訴のことで、それにみあった所見の得られない病態を包含してとらえた概念である」としている。つまり原因がはっきりしない症状の総体を言う。症状としては倦怠感、疲労感、発汗、のぼせ、不眠、頭痛、めまい、肩こり、腹痛、食欲不振、便秘、下痢、嘔吐、動悸、息切れ、胸痛、不整脈など多彩である。

藤原(2001)は、「登校したくない気持ちや、登校することに対する不安や恐怖感があることを、直接言葉で表現することはまれである。初めは頭痛、腹痛、不眠、朝の倦怠感、発熱など身体症状を認めやすい」としている。このことから学校に行くことができない直接的原因は不定愁訴であるが、その不定愁訴を発生させている要因は別にあるとも考えられる。中永(2001)は日常生活にみられる不定愁訴を健康指標にして調査を実施した結果、睡眠時間、生活リズム、生活活動指数、体力など生活習慣に関する項目の乱れが不定愁訴に関与していると述べ、「健康的な生活習慣の確立が不定愁訴および不登校の発生予防になっている」とした。また堀(2001)は、「意欲低下が疑われる子どもたちは

かなり抑うつ的になっている」とし、抑うつから不定愁訴や不登校の問題を考察している。さらに堀内(1992)は、「価値の多様化、教育観の混乱、物の豊かさ、情報過多、人間関係の複雑化など環境条件の変化が急激な現代社会においては、子ども自身の体内リズムや生活リズムと大人の要請する生活リズムとの間にズレやギャップが生じやすく、結果として子どもの心に歪みが生じ、様々な問題行動が発生することになる」と述べ、生体リズムと生活リズムの面から不登校の発生要因を考察している。これらの報告は、不登校は身体的、精神的、社会的な要因によって心身の健康が損なわれることによって発生していると指摘している。

さて、WHO(世界保健機関)はWHO憲章前文のなかで、「健康」を「完全な肉体的、精神的及び社会的福祉の状態であり、単に疾病又は病弱の存在しないことではない。」と定義してきたが、1998年のWHO執行理事会における憲章全体の見直し作業の中で、「健康」の定義を「完全な肉体的、精神的、Spiritual及び社会的福祉のDynamicな状態であり、単に疾病又は病弱の存在しないことではない。」と改めるため総会の議題とすることが議論された。最終的に投票となり、賛成22、反対0、棄権8で総会の議題とすることが採択された。この議題が採択された理由は、「健康」の確保には、「生きている意味・生きがいなどの追及が重要」であり、「Spiritualityは人間の尊厳の確保やQuality of Life(生活の質)を考えるために必要な、本質的なものである」という意見が出されたことにある。実際には、1999年のWHO総会において、「現行の憲章は適切に機能しており、早急に審議する必要性が他の案件に比べ低い」とのことで審議されることはなかった。しかし、WHO執行理事会の提言以降「Spiritual」も健康を定義する上では重要な構成要素だと考えられる傾向が高まっている。

では、「Spiritual、以下スピリチュアル」とはどのようなことを意味する言葉として用いられているのだろうか。1983年のWHOガンの緩和ケアに関する専門委員会報告では『『スピリチュアル』とは、人間として生きることに関連した経験的な一側面であり、身体感覚的な現象を超越して得られた体験を表す言葉である。多くの人々にとって、『生きていること』が持つスピリチュアルな側面には宗教的な因子が含まれているが、『スピリチュアル』は『宗教的』とは同じ意味ではない。スピリチュアルな因子は身体的、心理的、社会的因子を包含した、人間の『生』の全体像を構成する一因子とみることができ、生きている意味や目的についての関心や懸念と関わっている場合が多い」と述べている(飯田・吉田, 2009)。このことに関して医療の現場では、「スピリチュアルケア」、「スピリチュアルペイン」、「スピリチュアルニード」という考え方がある。このうち

「スピリチュアルニード」は、スピリチュアルな問いに答えをみつけないとするニード(欲求)のことである。藤井(2000)は、スピリチュアルニードには5つあるとした。①命の意味(生きている意味):「他人の世話になってしか生きることのできない自分に生きている意味があるのか」、②人生の価値:「人生に本当の価値あるものがあるのか」、③苦悩の意味への問い:「この苦しみに何の意味があるのか」、④罪責感:「もし赦されるなら、誰が“赦す”と宣言してくれるのか」、⑤死後の世界:「死んだらどうなるのか」である。

またマズローは、欲求階層説で人間の持つ欲求には低次元の欲求から高次元の欲求へと5つの階層があり、低次元の欲求が満たされてはじめて高次元の欲求へと移行することができるとした。そして5つの欲求とは、「生理的欲求(生命維持のための本能的欲求)」、「安全欲求(安全、安心な生活の欲求)」、「所属と愛情の欲求(集団への帰属、他者から受容されたいという欲求)」、「尊厳の欲求(他者から価値ある存在と認められたい、尊敬されたいという欲求)」、「自己実現の欲求(自己の持つ能力を最大限発揮して創造的な活動をしたいという欲求)」であると説明した(社会福祉士養成講座編集委員会, 2011)。このことについて藤井(2000)は、5つの欲求は第三段階「所属と愛情の欲求」までと第四段階「尊厳の欲求」以降ではその性質が変化しているとした上で、第四段階以降は「自分自身の存在意味」に関わる欲求であると述べている。

窪塚(2014)はスピリチュアルを「人生の危機に直面して生きる拠り所が揺れ動き、あるいは見失われてしまったとき、その危機状況で生きる力や、希望を見つけ出そうとして、自分の外の大きなものに新たな拠り所を求める機能のことであり、また、危機の中で失われた生きる意味や目的を自己の内面に見つけ出そうとする機能のことであり」と定義している。また哲学者のニーチェ(Nietzsche, 1887)は「苦しみに対して人を憤激させるのは、実は苦しみそのものではなくむしろ苦しみの無意味さである」と述べており、人は無意味なことに耐えられないことを示唆している。

これらのことから人間には生きる意味や目的といった自分自身の存在の意義に答えを求めようとする欲求があることが推測され、それがスピリチュアルという言葉が意味することではないかと考えられる。

では、生きる意味や目的といった自分自身の存在の意義、すなわちスピリチュアルにはどのような要素があるのだろうか。

精神分析学者のフロイト(Sigmund Freud, 1856-1939)は、「精神的に健康な人間にできることは、働くことと愛することである」と述べ、「働くこと」、「愛すること」が人間の健康に影響をおよぼすことを示唆している(小田ら, 2001)。

芝(2001)は、中学生に対する意識調査の中で「喜びについて感じる時」という質問に対し、「努力などの成果を感じる時」と回答している生徒が男女とも上位であったことを報告している。努力をするということは何らかの働き(活動)をすることであり、人間は何らかの働きを通して喜びを感じているとすることができる。また、林(1995)は、「生きがいを感じる時はどんなときですか」という学生に対する質問に「周りから自分が必要とされていると感じたとき。そしてその期待に応えられたとき」、「自分自身の価値を認められたとき」、「大きな、大切な仕事を任されたとき」、「人のために役立っているとき」と回答していたと報告している。「大きな、大切な仕事を任されたとき」、「人のために役立っているとき」という回答は「働く」と密接な関係があり、また、働いて「他者から価値ある存在と認められる」、「他者から必要とされる」ことは自己の「生きがい」にもつながるといことが推測される。

宗像(2002)は、健康の重要なポイントとして「受け入れられたい」、「必要とされたい」、「認められたい」および「愛されたい」という4項目をあげているが、フロイトが言うように「愛する」ことができるためには、まず「愛されている」ことが必要である。また「愛される」ためにはその存在の価値を認められることが必要であると考えられる。存在の価値が認められ「愛されている」からこそ自他を「愛することができる」ようになると考えられる。そして、自己が他者にとって「かけがえのない存在」、「受け入れられている存在」であることを知ることができる。

このことから「働く」こと、「愛される、愛する」こと、そしてこの2つの要素に繋がる「生きがい」はスピリチュアルという、生きる意味や目的といった自分自身の存在の意味を確認するための要素になっていると考えられる。

上述したように、これまでの研究によって、不登校の原因は「不定愁訴」、「抑うつ」、「生活習慣」といった心身の健康上の問題によって発生していることが明らかになっている。しかし、これら心身の健康問題の背後に、生きる意味や目的といった自己の存在の意義、すなわちスピリチュアルに関連する要素の欠如が潜んでいるのではないだろうか。つまりこれらの要素の欠如が心身の健康に悪影響を与え、ひいては不登校に至らせる根本的な要因になっているのではないかと考える。

そこで本研究では、『『スピリチュアルに関連する要素が満たされていない状態』にあるとき、不定愁訴や抑うつ、生活習慣の乱れをきたし、結果不登校が発生する」という仮説を立てた。そして、WHO憲章の改正案で加えられることが提起された「スピリチュアル」に着目し、「不定愁訴」、「抑うつ」、「生活習慣」といった心身の健康に関連する要因

と、「働く」、「生きがい」、「愛される、愛する」といったスピリチュアルに関連すると考えられる要素との相互関係から考察し、不登校の発生要因の把握と不登校を防止するための方策を探ることを目的とした。

本論では「働く」、「生きがい」、「愛される、愛する」といった不登校発生に関与すると考えられるスピリチュアル要素を把握するための質問紙の作成過程と、その内容について報告する。

研究対象と方法

1. 研究対象

調査対象は、調査依頼書を郵送し協力の承諾が得られた公立中学校(沖縄県1校、群馬県2校)、私立キリスト教主義全寮制中学校(広島、沖縄、茨城各1校)、国立教育系大学付属中学校(東京都1校)の7校の中学生計1,158名である。調査の有効回答数は1,078(有効率93.1%)で、これらを分析の対象とした。

2. 質問紙

1) 質問項目

質問項目は、スピリチュアルに関連する要素として考えられる「働く」、「生きがい」、「愛される、愛する」をキーワードに、これらに関連する質問項目を40問作成した(表1参照)。

2) 質問項目の回答方法

質問項目の回答方法は3件法(「はい」、「どちらでもない」、「いいえ」)で、それぞれ3点、2点、1点として得点化した。質問に対して肯定的に回答した方が高い得点が得られるように作成したが、質問の一部は逆転項目になっている。この場合、得点を逆にして換算した。

3. 調査方法および調査時期

1) 調査方法

調査協力の承諾を受けた学校を訪問し、研究の主旨を説明した。また担当教諭に質問紙を提示し、質問項目の確認をしてもらった。質問の表現等で分かりにくい、あるいは表現の仕方が不適切であるなど修正を求められた項目はすべて修正し、最終的に、表1に示す質問項目となった。

その後、必要な部数を各学校に送付もしくは持参した。調査は学校行事前後、学期末など生徒の心身の状態が不安定になりやすい時期を外したいとの学校側の要望に応じて実施した。担任もしくは学年担当の教諭が質問紙を配布して、教諭の立ち合いのもとで、各生徒が自分で質問項目を

表1. 質問項目に対する回答の平均値および標準偏差 (N=1,078)

質問内容	平均値	SD
1. あなたは、何か頼るもの(人・物・その他)がありますか	2.65	0.68
2. あなたは、誰かから生かされている存在だと思えますか	2.20	0.83
3. あなたは、“命”(いのち)ほど大切なものはないと思えますか	2.45	0.80
4. あなたは、人間を含め自然界のあらゆる命は平等だと思えますか	2.16	0.89
5. あなたは、人間以外の生命に対しても自分の命と同様に大切にしていますか	2.12	0.80
6. あなたは、生きることについてうんざりしていますか(*)	2.66	0.61
7. あなたは、誰かから支えられて生きている存在だと思えますか	2.57	0.71
8. あなたは、死ぬことに対して恐れがありますか(*)	1.57	0.80
9. あなたは、死ぬことはすべての終わりだと考えますか(*)	1.99	0.92
10. あなたは、他の人のために自分の命を捨てることができると思えますか	1.75	0.74
11. あなたは、他の人のために働くことが苦になりませんか	2.02	0.77
12. あなたは、自分のよい所も悪い所もありのまま認めることができますか	2.35	0.78
13. あなたは、損(そん)と思うことでも率先(そっせん)して働きたいと思えますか	1.80	0.75
14. あなたは、困った人を見ると手助けしたいと思えますか	2.53	0.65
15. あなたは、働くことが好きですか	2.06	0.76
16. あなたは、誰(人間に限定しない)かから必要とされている存在だと思えますか	2.10	0.78
17. あなたは、自分が好きですか	2.08	0.80
18. あなたは、家族が好きですか	2.67	0.60
19. あなたは、信頼できる友達がいいますか	2.70	0.61
20. あなたは、誰(人間に限定しない)かから受け入れられた存在だと思えますか	2.29	0.72
21. あなたは、何か人間を超えた存在(神)がいると思えますか	2.27	0.87
22. あなたは、困ったとき、どうしようもないとき頼るもの(人・その他)がありますか	2.62	0.68
23. あなたは、困ったとき、どうしようもないとき祈ることがありますか	2.22	0.89
24. あなたは、「人間の生きる目的は他の人のために働くことだ」と思えますか	1.58	0.72
25. あなたは、今日という日が楽しければそれで良いと思えますか(*)	1.79	0.88
26. あなたは、一日の中で感謝することがありますか	2.56	0.70
27. あなたは、生活がすごく楽しいと感じますか	2.38	0.76
28. あなたは、失敗することを恐れていますか(*)	1.78	0.84
29. あなたは、失敗してしまったとき、次は頑張ろうと思えますか	2.65	0.64
30. あなたは、失敗してしまったとき、いつまでも悩んでしまいますか(*)	2.12	0.84
31. あなたは、人を許すことができますか	2.65	0.61
32. あなたは、人はお互いに許しあうことが大切だと思えますか	2.71	0.57
33. あなたは、誰(人間に限定しない)かから愛されている存在だと思えますか	2.24	0.77
34. あなたは、この世界には人間の知恵の及ばない大きな存在があると思えますか	2.54	0.71
35. あなたは、自分は将来幸せになれると思えますか	2.32	0.70
36. あなたは、他の人が「いやだな」と思うことはできるだけしないようにしたいと思えますか	2.65	0.61
37. あなたは、自分のやりたいことをするためにはある程度他人に迷惑をかけてもしかたがないと思えますか(*)	2.09	0.81
38. あなたは、将来に希望を持っていますか	2.50	0.72
39. あなたは、毎日自分らしく生きていますか	2.49	0.72
40. あなたは、他の人がして欲しいと望むことをやっていきたいと思えますか	2.44	0.68

(*)：逆転項目

読みながら回答し、疑問等があれば教諭に尋ねるという形式で行った。質問紙には表紙を付け、そこに生徒に対する調査への協力要請と個人情報の取扱いについて明記し、可能な限り安心して回答できるように配慮した。

質問紙は各学校から記入終了の連絡を受け、筆者が学校を訪問して回収した(一部郵送してもらった)。また、調査用紙の回収の際、担当教諭に調査時の問題や生徒からの質問等の有無について確認したが、特に指摘事項はなかった。

2) 調査時期

調査は、できるだけ調査時期による誤差がないように、2002(平成14)年6月中旬～7月上旬に実施した。

4. 回答結果の集計と分析方法

1) 集計方法

回収した質問紙は、それぞれの質問項目で選んだ回答(「はい」、「どちらでもない」、「いいえ」)を得点化(3点、2点、1点)し、表計算ソフト「Excel」を用いて回答者別に得点換算し、表にまとめた。

2) 分析方法

集計表を用いて、各質問項目の平均値、標準偏差を算出し、天井効果およびフロア効果の有無を確認した。

次に、SPSS Ver.23を用いて最尤法、プロマックス回転による因子分析を行った。内的整合性の検討には、Cronbachの α 係数を求めた。

因子数は、固有値1.0以上を基準とし、スクリープロットで視覚的に固有値の推移がなだらかになる前までを選び決定した。質問項目の削除は因子負荷量0.35以下を基準とした。因子負荷量の基準は明確なものではなく、負荷量0.35以上や0.40以上など論文によって異なっていた。本研究では幅広い質問項目から解釈したいと考え負荷量0.35以上を採用することにした。因子分析によって質問項目を選択し因子構成を確認した。

結果

1. 因子分析前の手続き

まず40問の質問項目のうち、因子分析の対象から除外する質問項目を選ぶために平均値、標準偏差を算出した(表1)。

除外する基準として3件法で回答してもらったため、各項目2.5以上(天井効果)、1.0以下(フロア効果)とした。除外対象になった質問項目のうち2.5以上の質問項目についてはヒストグラムで確認し、大きな偏りが認められる項目を除外した。1.0以下はすべて除外した。

その結果、作成した40項目の質問に対し天井効果およびフロア効果が見られたQ1、Q6、Q7、Q18、Q19、Q26、Q29、Q31、Q32、Q36の10項目が削除され、残りの30項目に対して、再度最尤法・プロマックス回転による因子分析を行った。

2. 質問項目の因子構造

1) 因子数の決定

初回の因子分析の結果では、固有値1.0以上の因子は8項目であったが、スクリープロットで視覚的に固有値の推移を確認し、5因子構造が妥当であると考えた。そこで、5因子と仮定し最尤法・プロマックス回転による因子分析を行った。計3回の因子分析を行ない、最終的に各因子に3～5項目、計18項目を決定した(表2)。

2) 因子の命名

因子名を以下のように決定した。

第1因子は「Q39.あなたは、毎日自分らしく生きていますか」、「Q27.あなたは、生活がすごく楽しいと感じますか」、「Q38.あなたは、将来に希望を持っていますか」、「Q17.あなたは、自分が好きですか」、「Q35.あなたは、自分は将来幸せになれると思いますか」の5項目で構成された。これらの項目に共通していることは「自己の生活の充実度」や「自己の希望的将来像」を問う内容であり、また生活が充実しているということは「生きがいがある」と考えた。そこで「自己充実感(生きがい)」因子と命名した。

第2因子は「Q16.あなたは、誰(人間に限定しない)かから必要とされている存在だと思いますか」、「Q33.あなたは、誰(人間に限定しない)かから愛されている存在だと思いますか」、「Q20.あなたは、誰(人間に限定しない)かから受け入れられた存在だと思いますか」の3項目で構成された。これらの項目に共通していることは、何らかの形で他者から「大切にされている」という肯定的な感覚を問う内容と考えた。そこで「被受容感」と命名した。この被受容感とは「自分は他者から大切にされている」という認識を指す言葉として用いた。

第3因子は「Q13.あなたは、損と思うことでも率先して働くことができますか」、「Q14.あなたは、困った人を見ると手助けしたくなりますか」、「Q15.あなたは、働くことが好きですか」、「Q40.あなたは、他の人がして欲しいと望むことをやっていきたいと思いますか」の4項目で構成された。これらの項目に共通していることは、誰かのために「働く」、「奉仕」という積極的な姿勢を問う内容であると考えた。そこで「働く(奉仕)」と命名した。

表2. スピリチュアル要素の因子分析結果

質問番号/因子	因子負荷量					共通性
	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子	
Q39	.783	-.104	-.050	-.039	-.001	.486
Q27	.598	-.009	.087	-.019	-.022	.404
Q38	.571	-.032	-.080	.099	-.016	.386
Q17	.475	.295	-.121	.034	.036	.426
Q35	.463	.245	-.039	.055	-.050	.422
Q16	-.058	.858	.012	-.055	-.021	.653
Q33	.003	.728	-.001	.064	.027	.571
Q20	.088	.705	.053	-.065	.006	.590
Q13	-.041	-.041	.610	-.012	.140	.346
Q14	-.032	.026	.589	.093	-.095	.410
Q15	.050	.019	.514	-.054	.075	.288
Q40	.029	.067	.486	.040	-.147	.334
Q21	.103	-.074	-.010	.718	.027	.493
Q23	-.079	.069	-.011	.577	-.011	.351
Q34	.045	-.064	.055	.435	-.023	.200
Q8	-.101	-.019	-.023	.013	.593	.372
Q9	-.034	.084	.029	.307	.362	.227
Q28	.226	-.008	.113	-.212	.356	.235
因子相関行列	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子	
第1因子	1.000	.643	.483	.167	-.050	
第2因子		1.000	.506	.406	-.063	
第3因子			1.000	.426	.014	
第4因子				1.000	-.128	
第5因子					1.000	

第4因子は「Q21. あなたは何か人間を超えた存在(神)がいると思いますか」、「Q23. あなたは、困ったとき、どうしようもないとき祈ることがありますか」、「Q34. あなたは、この世界には人間の知恵の及ばない大きな存在があると思いますか」の3項目で構成されている。この項目は「人知を超えた存在の認知」を問う内容である。そこで「人知を超えた存在の認知」と命名した。

第5因子は「Q8. あなたは、死ぬことに対して恐れがありますか」、「Q9. あなたは、死ぬことはすべての終わりだと考えますか」、「Q28. あなたは、失敗することを恐れていますか」の3項目から構成されている。これらは「死」に

ついてどのように考えているかを問う内容であると考えた。そこで「死・失敗に対する考え方」と命名し因子とした。

3) 信頼性の検討

因子の信頼性についてChronbachの α 係数を算出し内的整合性の検討を行った。第1因子「自己充実感(生きがい)」0.766、第2因子「被受容感」0.814、第3因子「働く(奉仕)」0.643、第4因子「人知を超えた存在の認知」0.592、第5因子で「死・失敗に対する考え方」0.343という結果であった。また、5因子全体の α 係数は0.787であった(表3)。

表3. スピリチュアル要素の信頼性の検討結果(α 係数による)

因子	質問項目 (*=逆転項目)	α 係数		
自己充実 (生きがい)感	39. あなたは、毎日自分らしく生きていますか	.716		
	27. あなたは、生活がすごく楽しいと感じますか	.726		
	38. あなたは、将来に希望を持っていますか	.726	.766	
	17. あなたは、自分が好きですか	.728		
	35. あなたは、自分は将来幸せになれると思いますか	.719		
被受容感	16. あなたは、誰(人間に限定しない)かから必要とされている存在だと思えますか	.723		
	33. あなたは、誰(人間に限定しない)かから愛されている存在だと思えますか	.761	.814	
	20. あなたは、誰(人間に限定しない)かから受け入れられた存在だと思えますか	.749		
働く (奉仕)	13. あなたは、損と思うことでも率先して働くことができますか	.574	.787	
	14. あなたは、困った人を見ると手助けしたくなりますか	.550		
	15. あなたは、働くことが好きですか	.586		.643
	40. あなたは、他の人がして欲しいと望むことをやっていきたいと思えますか	.588		
人知を超えた 存在の認知	21. あなたは、何か人間を超えた存在(神)がいると思えますか	.357		
	23. あなたは、困ったとき、どうしようもないとき祈ることがありますか	.489	.592	
	34. あなたは、この世界には人間の知恵の及ばない大きな存在があると思えますか	.590		
死に対する 考え方	8. あなたは、死ぬことに対して恐れがありますか(*)	.109		
	9. あなたは、死ぬことはすべての終わりだと考えますか(*)	.320	.343	
	28. あなたは、失敗することを恐れていますか(*)	.339		

(*) : 逆転項目

考察

1. スピリチュアル要素と各因子に構成された質問との関連性

1) 「自己充実感(生きがい)」因子に構成された質問

この因子に構成された質問内容は「自分らしく生きている」、「生活がすごく楽しい」、「将来に希望を持っている」、「自分が好き」、「自分は将来幸せになれる」で、いずれも自己や将来に対する積極性が問われる内容であった。これらの質問は人間の生きる意味や目的といった自分自身の存在意義と関係があると考えられる。つまり生きる意味や目的について何らかの解答を持っているか、いないかが肯定的あるいは否定的な回答につながるのではないかと考えた。このことから「自己充実感(生きがい)」はスピリチュアルに関連する要素を把握するための因子として適しているのではないかと考えた。

2) 「被受容感」因子に構成された質問

この因子に構成された質問内容は「必要とされている存在である」、「愛されている存在である」、「受け入れられた存在である」といずれもその個人の存在性を問う内容であった。

宗像(2002)は、健康の重要なポイントとして「自らを生きる価値ある存在と認めたい」、「人に価値ある存在と認められたい」、「愛されたい、助けられたい」、「必要とされたい、役に立ちたい」をあげているが、これらはスピリチュアルニード(欲求)である。このことから「被受容感」はスピリチュアルに関連する要素を把握するための因子として適しているのではないかと考えた。

3) 「働く(奉仕)」因子に構成された質問

この因子に構成された質問内容は「損と思っても働く」、「困った人を手助けする」、「働くことが好き」、「他の人が望

むことをやる」であった。いずれも働くということに関する問いであった。

因子相関行列から「自己充実感(生きがい)」因子、「被受容感」因子、「働く(奉仕)」因子には相関関係があることがわかった。これは「働く」ことが自己の存在意味や生きがいを見つけ出すとともに、他者から受入れられ認められることにもつながっていくのではないかと考えられる。このことから「働く(奉仕)」はスピリチュアルに関連する要素を把握するための因子として適しているのではないかと考えた。

4) 「人知を超えた存在の認知」因子に構成された質問

この因子に構成された質問内容は「人間を超えた存在(神)がいる」、「あなたは、困ったとき、どうしようもないとき祈る」、「あなたは、この世界には人間の知恵の及ばない大きな存在がある」の3項目で構成されている。質問の意図としては、苦しい時、困った時に「頼るものがあるか」ということを問うことを目的とし質問を考えた。神や人知を超えた存在という言葉を使っているが定義づけは行っておらず、各自の判断に任せて回答してもらった。生徒によって捉え方が異なることが予想されるため質問として適さないのではないかと判断されるが、「誰か」あるいは「何か」という頼ることのできる存在の有無は「愛される、愛する」関連し、スピリチュアルに関連する要素を把握するための因子として用いてもよいのではないかと考えた。

5) 「死・失敗に対する感じ方」因子に構成された質問

この因子に構成された質問内容は「あなたは、死ぬことへの恐れ」、「死ぬことの意味」、「失敗への恐れ」の3項目から構成されている。これらは死や失敗についてどのように考えているかを問うもので、信頼性が低く質問として用いることができないのではないかと考えた。信頼性が低かった原因として、当初「生きる」と「死ぬ」こととの関連性から質問を考え、そして回答も関連づけて得られるものと予想したことがあげられる。しかし、中学生に生と死を関連づけて回答してもらうためには、調査方法を工夫する必要があった。つまり、質問で問っている内容について十分な説明を加えた上で行わなければならないということである。今後の課題としたい。

2. 因子の信頼性の検討

因子の信頼性の検討はChronbachの α 係数を算出し、内的整合性の確認を行った。 α 係数による信頼性の評価には明確な基準があるわけではないが、0.700以上であれば「内的整合性が高い」と判断される。逆に0.500以下では、

その因子を使うことを再検討することが望ましいと考えられている。そこで本研究でもこの基準を基に考察をおこなった。

結果から、第1因子「自己充実(生きがい感)」と第2因子「被受容感」は、それぞれ0.766、0.814であり、いずれも0.700を超えており内的整合性が高いと考えられた。第3因子「働く(奉仕)」、第4因子「人知を超えた存在の認知」は、それぞれ0.643、0.592であり内的整合性が十分に得られているとは言えないが、0.500以上であることから因子として用いることが可能ではないかと考えられた。第5因子「死に対する考え方」は0.343であり、下限である0.500を下回っているため因子として使用することについて再検討が必要であると考えられた。

結論

本研究は、「『スピリチュアルに関連する要素が満たされていない状態』にあるとき、不定愁訴や抑うつ性、生活習慣の乱れをきたし、結果不登校が発生する」という仮説を立て、WHO憲章の改正案で加えられることが提起された「スピリチュアル」に着目し、「不定愁訴」、「抑うつ性」、「生活習慣」といった心身の健康に関する要因と「働く」、「生きがい」、「愛される、愛する」といったスピリチュアルに関連すると考えられる要素との相互関係から考察し、不登校の発生要因の把握とそれを防止するための方策を探ることを目的とした。

本報告では、「働く」、「生きがい」、「愛される、愛する」といった不登校発生に関与すると考えられるスピリチュアル要素を把握するための質問紙の作成過程とその内容について報告した。結論として以下の3点を述べ、まとめとする。

1. 因子分析の結果、不登校発生に関与すると考えられるスピリチュアル要素を把握する質問として、「自己充実(生きがい感)」、「被受容感」、「働く(奉仕)」、「人知を超えた存在の認知」、「死に対する考え方」の5因子18項目が得られた。

2. 因子の信頼性の検討では、「自己充実(生きがい感)」、「被受容感」は内的整合性が高いと考えられた。しかし「働く(奉仕)」、「人知を超えた存在の認知」は十分な内的整合性を得ることができなかった。また「死に対する考え方」は因子として用いるかどうかの検討が必要である。

3. 全因子の α 係数は0.787であった。このことから、内的整合性は得られたと判断され、不登校発生に関与するスピリチュアル要素を把握する質問紙として有効であると考えた。

文献

- 藤井美和 (2000)：病む人のクオリティーオブライフとスピリチュアリティ。関西学院大学社会学部紀要 **85**, 33-40.
- 藤井理恵 (2000)：医療現場におけるスピリチュアル・ケアーたましいの叫びを前にして。桃山学院大学キリスト教論叢 **36**, 95-110.
- 藤原修一郎 (2001)：特集 不登校ー子どものライフストレスと不登校, 3. 不定愁訴と不登校。ストレス臨床 **18**, 14-17.
- 林 信二郎 (1995)：子どもが家庭に生きがいを感じる時。児童心理 **1995**年1月号, 107-111.
- 堀 篤実 (2001)：中学生の意欲低下とCDIスコア, 心身症状および家族関係との関連。学校保健研究 **43**, 285-298.
- 堀内 聡 (1992)：登校拒否児にみられる生活リズム。児童心理 **1992**年10月号, 24-29.
- 飯田史彦・吉田武男 (2009)：スピリチュアリティ教育のすすめ。PHP研究所, 東京, pp48-49.
- 厚生省 (1999)：WHOにおける「健康」の定義の改正案について。http://www1.mhlw.go.jp/houdou/1103/h0319-1_6.html
- 窪塚俊之 (2014)：愛に基づくスピリチュアルケア 意味と関係の再構築を支える。聖学院大学出版会, 上尾, p159.
- 文部科学省 (2014)：平成26年度学校基本統計調査速報。http://www.mext.go.jp/component/b_menu/houdou/_icsFiles/afldfile/2014/08/07/1350732_01.pdf
- 宗像恒次 (2002)：心の疲れが身体や行動に表れるメカニズム。児童心理 **2002**年4月号, 10-17.
- 中永征太郎 (2001)：生活習慣と不定愁訴。運動・健康教育研究 **10**, 53-68.
- 中野弘一・長谷川久見子 (1997)：不定愁訴の歴史の変遷。医学のあゆみ **181**, 1009-1012.
- Nietzsche, F.W. (1887)：Zur Genealogie der Moral (木場 深定訳 (1964)：道徳の系譜), 岩波文庫, 東京, p77.
- 小田 晋・中嶋 宏・荻生田千津子ら (2001)：健康と霊性ーWHO (世界保健機関)の問題提起に応じてー。宗教心理学出版, 東京, pp70-71.
- 社会福祉士養成講座編集委員会 (2011)：新・社会福祉士養成講座<2> 心理学理論と心理学的支援ー心理学 第2版, 中央法規出版, 東京, pp36-37.
- 芝 誠貴 (2001)：現代の中学生の意識調査結果ー中学生の感情についてー。運動・健康教育研究 **10**, 69-79.

A Study on the Prevention of School Maladjustment among Middle School Students.
First report: Development of a Questionnaire about Understanding of Spiritual Elements
Which Are Regarded as Occurrence of School Maladaptation

Atsushi MASUDA^{*1} and Michiko SUZUKI^{*2}

^{*1} Saniku Gakuin College,
1500 Kugahara, Ootaki-cho, Isumi-gun, Chiba 298-0251, Japan

^{*2} School of Education, Tokyo University and Graduate School of Social Welfare (Isesaki Campus),
2020-1 San'o-cho, Isesaki-city, Gunma 372-0831, Japan

Abstract : This study focused on “spiritual”, as defined and indicated in the revised Health Charter, by formulating a hypothesis that when the elements related to “spiritual” is unfulfilled, it brings about “indefinite complaint,” “depressiveness” and “breakdown in basic lifestyle habits”. This article explored the correlation between the elements related to mental and physical health such as “indefinite complaint”, “depressiveness” and “basic lifestyle habits”, and the elements related to “spiritual” such as “work”, “meaning and the purpose of life”, and “love and beloved”, and also aims at understanding school maladaptation-prone students and ways of prevention. In this report, the questionnaire about understanding the spiritual elements such as “work”, “meaning and the purpose of life” and “love and beloved” which are regarded as occurrence of school maladaptation was developed. As a first report, both the process of developing the screening test and it’s contents are described.

(Reprint request should be sent to Atushi Masuda)

Key words : Spiritual, Meaning of Life, Work, Love and beloved

反応スキームを眺めて簡単に解ける酵素反応速度論

多比良和誠*¹・二村泰弘*²・加藤 卓*²*¹ 東京福祉大学 心理学部 (王子キャンパス)

〒114-0004 東京都北区堀船2-1-11

*² 東京福祉大学 教育学部 (池袋キャンパス)

〒171-0022 東京都豊島区南池袋2-47-8

(2016年8月25日受付、2016年10月13日受理)

抄録：生体内で働く触媒である酵素は、化学反応の起こる速度を飛躍的に高めることができる ($10^{12} \sim 10^{15}$ 倍もしくはそれ以上の加速効果)。本稿では、酵素が関与する化学反応についての反応速度論を解説する。前半では、一般的な解説書やウィキペディアの「ミカエリス・メンテン式」の説明にも載っている方法を復習するが、実は、この方法だと複雑な酵素反応を解くことは非常に困難である。そこで、本稿後半では、一般書に載っていない簡単な解き方を教示する。例えば、T大学の学生に従来の方法で図13の酵素反応式を導かせようとしたが、授業時間内に解けた学生は一人もいなかった。ところが、後半の「手抜き手法」、つまり「酵素反応スキームを眺めるだけで解く方法」を教えたところ、全員が10～30分程度で図13の酵素反応式を導くことができた。

(別刷請求先：多比良和誠)

キーワード：酵素反応、ミカエリス・メンテン式、迅速平衡法、定常状態法、簡略法

緒言

酵素反応が起こるためには、まず基質 (酵素によって化学反応を起こす物質) が酵素の基質結合部位 (ポケット) に入り込まなくてはならない。このプロセスを酵素 (以下 **E**) が基質 (以下 **S**) と結合して酵素基質複合体 (以下 **ES**) を形成するという (小宮山・八代, 1996)。

E と **S** から **ES** が形成される反応速度 v_{+1} は、出発材料である **E** と **S** の濃度 (それぞれ $[E]$ 、 $[S]$ と表記) の積に反応速度定数 k_{+1} を乗じて表すことができる。

$$v_{+1} = k_{+1} [E][S]$$

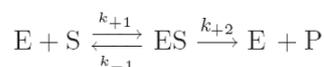
一方、その逆反応、すなわち **ES** から **E** と **S** に解離する (ポケットに取り込まれた基質が次の反応を起こすことなくポケットから漏れ出す) 反応速度 v_{-1} は

$$v_{-1} = k_{-1} [ES]$$

で表される。

いったん形成された **ES** が **E** と **S** に逆戻りするか、次の高い山を越えて反応生成物 (以下 **P**) に向かうかは、図1に示すような山の高さ (反応速度定数 $\{k_{-1}, k_{+2}\}$ の大小) によって決まる。

この一連の反応は以下のように表される。



2番目の山が高い場合は、反応生成物 (**P**) ができる前に、基質 (**S**) は酵素のポケットに何度も出入りするので、 $E + S \rightleftharpoons ES$ の間に「迅速な平衡」が成り立っている」という。反応全体は $E + S \rightleftharpoons ES$ と $ES \rightarrow E + P$ の2つの反応過程からできているが、2番目の山が高いので (速度定数 k_{+2} が k_{-1} より小さいので)、後者の反応が律速段階 (全体で一番登りにくい山) になる。

本稿では図1のエネルギー図を基本とした酵素反応を始めとして、もっと一般的な酵素反応やさらに複雑な酵素反応について議論し、全ての酵素反応に対して、簡単に反応速度式を導く手法を教示する。

1. 従来の迅速平衡法による導出

図1のエネルギー図に従う「迅速な平衡」が成り立っている酵素反応について、反応速度式を解いてみる。

$E + S \rightleftharpoons ES$ の反応は迅速な平衡に達しているので、基質 (**S**) が酵素のポケットに出入りする割合 (“フリーな基質 **S** およびフリーな酵素 **E**” と “基質を取り込んだ酵素 **ES**” の

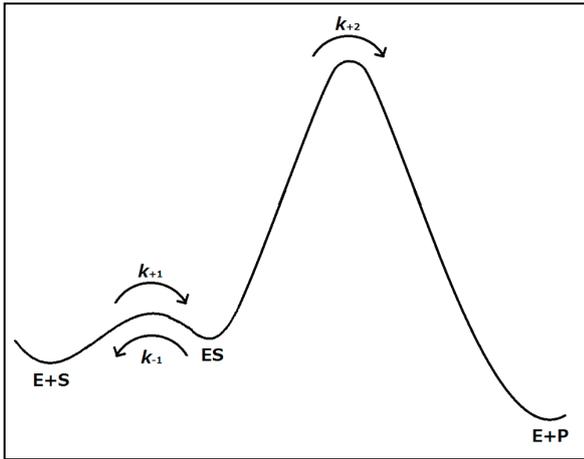


図1. 迅速な平衡を示すエネルギー図

割合)が一定(つまり $v_{+1}=v_{-1}$)となり、

$$k_{+1}[E][S]=k_{-1}[ES]$$

の式が成り立つ。

解離定数 $K_S (= k_{-1}/k_{+1})$ を設定すると、

$$K_S = \frac{[E][S]}{[ES]} \quad \dots (1)$$

と表される。

この反応系に存在する酵素種は、基質と結合していないフリーな酵素 **E** と、基質 **S** と結合した酵素複合体 **ES** の2種類のみなので、全酵素濃度(基質を加える前の{タイム・ゼロ“0”の}全酵素濃度) $[E]_0$ は両者の濃度の和に等しくなる。

$$[E] + [ES] = [E]_0 \quad \dots (2)$$

反応産物 **P** がどれくらいの速度 (v) で生成されるかは、図1の「一番高い山を登る準備ができている酵素複合体 **ES** がどれくらい存在するか」と「どれくらいの速度でその山を登れるか (k_{+2})」で決まる。つまり、酵素複合体の濃度 $[ES]$ と k_{+2} の積で決まる。

$$\left(v = \frac{d[P]}{dt} = k_{+2}[ES] \right)$$

この速度式を完結させるのに必要な $[ES]$ を未知数として、(1)、(2)の連立方程式を解くと、最終的な酵素反応式が求まる。

(1)式より

$$[E] = \frac{K_S[ES]}{[S]} \quad \dots (1')$$

(2)式より

$$[E] = [E]_0 - [ES] \quad \dots (2')$$

(1') = (2') なので、

$$\frac{K_S[ES]}{[S]} = [E]_0 - [ES]$$

$$\frac{K_S[ES]}{[S]} + [ES] = [E]_0$$

$$\frac{K_S[ES] + [ES][S]}{[S]} = [E]_0$$

$$[ES](K_S + [S]) = [E]_0[S]$$

となり、(3)式が導かれる。

$$[ES] = \frac{[E]_0[S]}{K_S + [S]} \quad \dots (3)$$

単位時間あたりに産生される反応産物 **P** の量は酵素基質複合体 **ES** と速度定数 k_{+2} の積で与えられるので、前述したように (4)式が成り立つ。

$$v = \frac{d[P]}{dt} = k_{+2}[ES] \quad \dots (4)$$

(3)を(4)に代入すると(5)式になる。

$$v = \frac{k_{+2}[E]_0[S]}{K_S + [S]} \quad \dots (5)$$

(4)式にも示されているように、反応速度 v は $[ES]$ の濃度に比例して増大する。ここで、 $[ES]$ の最大(可能)値は、全ての酵素のポケットに基質 **S** が取り込まれたときの濃度、つまり全酵素濃度 $[E]_0$ である。したがって、(4)式の反応速度 v の最大値 V_{max} は(6)式のようなになる。

$$V_{max} = k_{+2}[E]_0 \quad \dots (6)$$

すると、(6)を(5)に代入して、(7)式が導かれる。

$$v = \frac{V_{max}[S]}{K_S + [S]} \quad \dots (7)$$

この(7)式が、基本的な酵素反応式である。酵素の反応速度論に大きな業績を残したレオノーラ・ミカエリスとモード・レオノーラ・メンテンにちなんでつけられた“ミカエリス・メンテン式”と呼ばれる基本式(7)に、酵素それぞれに特有なパラメーターを当てはめると、後述する

図4のような図形(プロット)が得られる。つまり、(7)式から明らかなように、基質濃度[S]が高くなると、反応速度vは、最大値V_{max}に近づく(漸近線を描く)。

2. 定常状態法による導出

前節で説明した「迅速平衡法」では、 $E + S \rightleftharpoons ES$ が迅速に平衡に達すると仮定されているため、 $ES \rightarrow E + P$ の速度定数(k_{+2})が $ES \rightarrow E + S$ の速度定数(k_{-1})よりもはるかに小さい反応、つまり図1のように、2番目の山が高いような酵素反応でしか成り立たない。そこで、本節では、もう少し汎用性のある酵素反応式を導いてみる。

一般的には、基質に対して酵素は少量しか存在しないため、不安定な酵素基質複合体ESの濃度は、基質濃度と比べるとはるかに低い。そのため、反応の初期段階においては[ES]濃度は短時間で一定値に達する(定常状態になる)と考えることができる(図2のように、基質濃度[S]変化に比べると、酵素基質複合体の濃度[ES]の変化は“比較的”一定とみなせる)。

実験室で反応速度を求めるときには、酵素Eと基質Sを混ぜた直後に初速度(v₀)を測るので、初速度(v₀)は生成物Pの影響をうけない(図3)。混ぜた直後(数ミリ秒)は、「前定常状態」とよばれ、酵素濃度などの変化が見うけられるが、すぐに落ち着いて、[E]濃度や[ES]濃度が(“大過剰である”基質[S]濃度の経時変化と比較して)「一定」とみなせる「定常状態」に達する(図2)。

定常状態の間は(生成物Pの影響をうけないので)反応速度が一定である(図3)。この“定常状態法”によって速度式を求めることで、もっと一般的な反応条件下でも、前節“1節の(7)式”が成り立つことが証明できる。

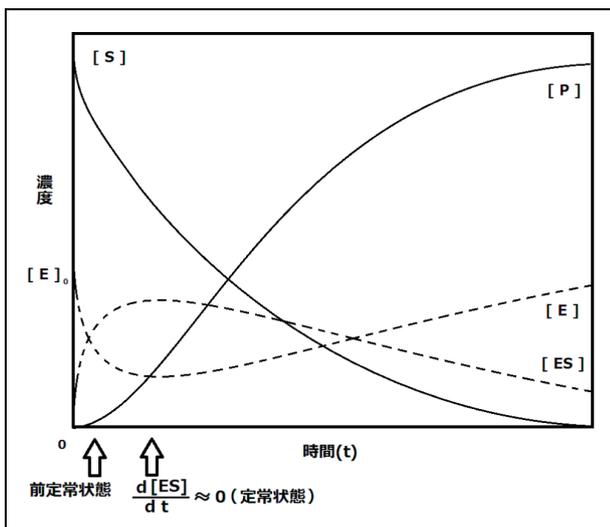


図2. 反応初期の濃度変化

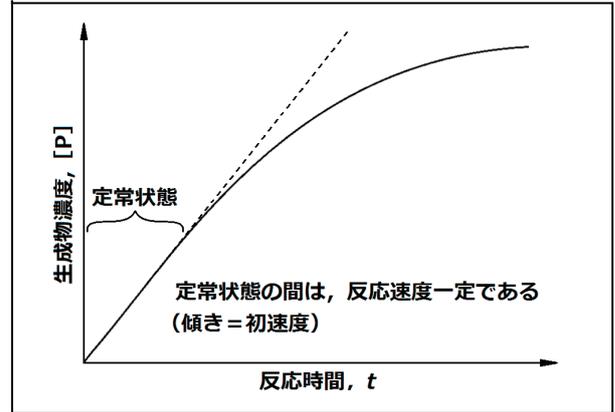


図3. 生成速度変化

反応機構は前節と同様で、 $E + S \rightleftharpoons ES$ について右向き速度定数を k_{+1} 、左向き速度定数を k_{-1} とする(図1参照)。定常状態においては、酵素濃度[E]と複合体濃度[ES]が一定なので(図2)、次の(1)式と(2)式が成立する。ここで、フリーな酵素の濃度[E]は、ES複合体からの基質の解離(k_{-1})と生成物の形成(k_{+2})で増し、逆に、基質がEに結合すると(k_{+1})減る{(1)式}。

一方、[ES]複合体は、基質の結合(k_{+1})で増し、基質の解離(k_{-1})と生成物の形成(k_{+2})で減少する(式2)。

$$\frac{d[E]}{dt} = (k_{-1} + k_{+2})[ES] - k_{+1}[E][S] = 0 \quad \dots (1)$$

$$\frac{d[ES]}{dt} = k_{+1}[E][S] - (k_{-1} + k_{+2})[ES] = 0 \quad \dots (2)$$

前節“1節の(2)式”と同様に、この反応機構でもEとESしか酵素種が存在しないので、全酵素濃度(タイム・ゼロ“0”の全酵素濃度[E]₀)を表わす(3)式が成り立つ。

$$[E] + [ES] = [E]_0 \quad \dots (3)$$

また、“1節の(4)式”と同様に、反応産物は複合体ESより k_{+2} の速度で生成されるので、

$$v = \frac{d[P]}{dt} = k_{+2}[ES] \quad \dots (4)$$

となり、(1)または(2)式と(3)式を連立方程式とみなして[ES]を求めると、(5)式になる。

つまり、(1)より、

$$k_{+1}[E][S] = (k_{-1} + k_{+2})[ES]$$

$$[E] = \frac{(k_{-1} + k_{+2})[ES]}{k_{+1}[S]} \quad \dots (1')$$

または、(2)より、

$$k_{+1}[E][S] = (k_{-1} + k_{+2})[ES]$$

$$[E] = \frac{(k_{-1} + k_{+2})[ES]}{k_{+1}[S]} \quad \dots (2')$$

(1')を(3)に代入すると、

$$\frac{(k_{-1} + k_{+2})[ES]}{k_{+1}[S]} + [ES] = [E]_0$$

$$\left(\frac{k_{-1} + k_{+2} + k_{+1}[S]}{k_{+1}[S]}\right)[ES] = [E]_0$$

となり、(5)式が導かれる。

$$[ES] = \frac{k_{+1}[E]_0[S]}{k_{-1} + k_{+2} + k_{+1}[S]} \quad \dots (5)$$

(5)式を(4)式に代入して速度 v を得た後、右辺の分子・分母を k_{+1} で割ると、(6)式になる。

$$v = \frac{k_{+2}[E]_0[S]}{\frac{k_{-1} + k_{+2}}{k_{+1}} + [S]} \quad \dots (6)$$

最後に、速度パラメーターとして $V_{\max} = k_{+2}[E]_0$ 、および $K_m = \frac{k_{-1} + k_{+2}}{k_{+1}}$ と定義すれば、(6)式は汎用性の高いミカエリス・メンテン式(7)になる。

$$v = \frac{V_{\max}[S]}{K_m + [S]} \quad \dots (7)$$

ここで、 K_m はミカエリス・メンテン定数と呼ばれ、 $v = V_{\max}/2$ (最大速度の半分の速度)のときの基質濃度を表す(図4)。 V_{\max} は、前節“1節の(6)式”でも定義された、

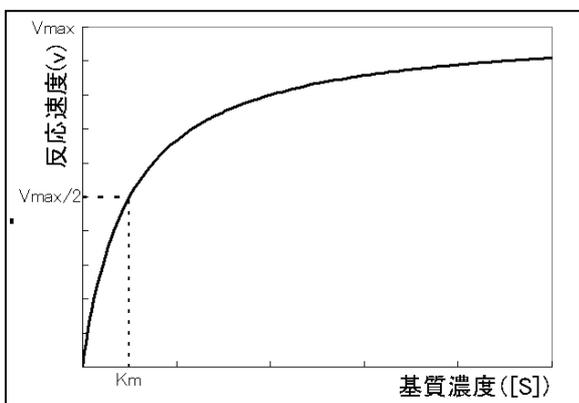


図4. ミカエリス・メンテン式の $v/[S]$ プロット

“基質濃度 $[S]$ が無限大のとき”の反応速度である(図4上の横軸で示された漸近線)。

この一般式(7)により、反応速度 v は次のような特徴を示すことが分かる。

- 基質濃度が極めて低い ($[S] \ll K_m$) のときは、 $v = (V_{\max}/K_m)[S]$ となって、基質濃度 $[S]$ に比例して増大する(図3の定常状態)
- 基質濃度が極めて高い ($[S] \gg K_m$) のときは、 $v = V_{\max}$ となって、基質濃度 $[S]$ に無関係な、最大値 (V_{\max}) になる(図4上の横軸で示された漸近線)

また、一般的なミカエリス・メンテン式(7)のミカエリス・メンテン定数 K_m ($K_m = \frac{k_{-1} + k_{+2}}{k_{+1}}$) は、図1のような迅速な平衡が成り立つ (k_{+2} が k_{-1} と比較して無視できるくらい小さい: $k_{-1} \gg k_{+2}$) 場合は、解離定数 $K_s (= k_{-1}/k_{+1})$ と等しくなる。

最後に特筆すべきことがある。2節の定常状態法により導出した(7)式の方が、1節の迅速平衡法により導出した“1節の(7)式”よりも一般的な反応式であるが、実験で求められるパラメーターは、 K_m と V_{\max} の2つだけなので (k_{+1} , k_{-1} , k_{+2} などの個々の速度定数を求めることはできないので)、複雑な酵素反応式を導く際は、より簡単に導ける1節の迅速平衡法を奨励したい。

なお、 k_{+1} , k_{-1} , k_{+2} などの個々の速度定数を求めるためには、図2の「前定常状態」の領域で、ストップ・フロー(stopped-flow)法などの、概ねミリ秒程度を上限とする速い反応の速度を観測することができる特殊な手法・装置を使う必要があるので、ここでは割愛する。

3. K_m と V_{\max} の求め方

ミカエリス・メンテン式(7)から求まる2つのパラメーター、つまり、一般的な実験で求めることができる2つのパラメーターは、 K_m と V_{\max} のみである。

大まかには、(i) K_m は基質との親和性を表していて、その値が小さいほど基質が酵素のポケットに入り易いことになる。(ii) V_{\max} は、“1節の(6)式”で定義されているように、 k_{+2} を代表していて、酵素がいかに速く生成物をつくるかを表している。

したがって、特定の酵素と基質の組み合わせにおいては、 V_{\max} が大きくて、 K_m が小さいほど、酵素反応の効率 (V_{\max}/K_m) が良いことになる。

図4に示されているように、 v と $[S]$ をそれぞれ縦軸と横軸にとってグラフを描くと、直線関係にはならない。 $[S]$ が小さいうちは線形だが、 $[S]$ が大きくなると飽和しながら (V_{\max} の漸近線に近づきながら) 曲線を描く。

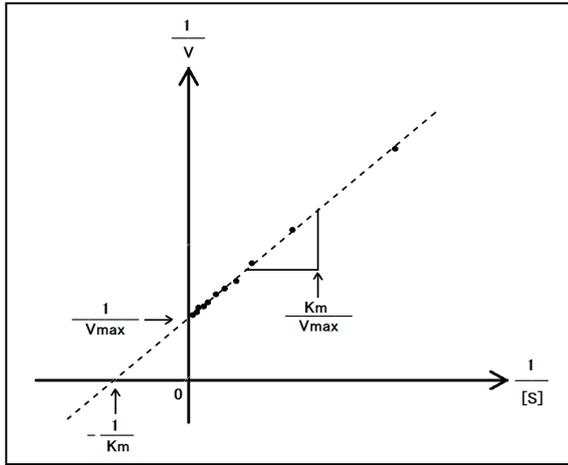


図5. Lineweaver-Burkプロット

コンピュータで非線形回帰分析ができるようになる前は、この非線形性のために K_m と V_{max} を正確に読み取ることが困難であった。筆者が解析していた古い時代には、Lineweaver-Burkプロット（別名：二重逆数プロット）といった線形化手法が使われていた（図5）。

この図5の表現法は、データを表示するには有用であるが、速度係数を求める目的ではもはや使われていない。非線形回帰によってより正確に K_m と V_{max} を求めるソフトウェアが出現したためである。

しかし、Lineweaver-Burkプロットは、データ表示には有効であり、速度データを示しながら酵素活性の阻害機構を解析する目的では、現在も使われている。この線形プロットは、ミカエリス・メンテン式の両辺の逆数をとることにより得られる（二重逆数プロット）。(7)式の両辺の逆数をとると、(8)式になり、 $y=ax+b$ 型の直線関係から、 y 切片は $1/V_{max}$ に等しく、 x 切片は $-1/K_m$ になる。

$$\frac{1}{v} = \frac{K_m}{V_{max}[S]} + \frac{1}{V_{max}} \quad \dots (8)$$

したがって、図5のLineweaver-Burkプロットから、実験で求めることができる2つのパラメーターである、 K_m と V_{max} が求まる。繰り返しになるが、現在は図4のプロットから直接、コンピュータによる非線形回帰分析で K_m と V_{max} の2つのパラメーターが算出されている。

4. 一連の酵素反応を眺めるだけで“簡単に”解ける酵素反応速度式

1節から3節までで、従来の酵素反応式の解き方を復習した。本節では、従来の教科書に載っていない“簡単に解く”ユニークな方法を紹介する。ミカエリス・メンテン式

の2つのパラメーターである K_m と V_{max} を簡単に導出する方法である。

この方法では、(i) 分母に全酵素種を集め、(ii) 分子に生成物に導く反応速度 (v) を集める。また、前述したように、酵素反応式で求まるのは K_m と V_{max} の2つのパラメーターだけなので、全ての酵素種と基質の関係を平衡定数 (1節の K_S のような解離定数) で表す。

(a) 基本形

最も単純な反応の場合は、 $E + S \rightleftharpoons ES \xrightarrow{k_{+2}} E + P$ なので、「(i) 分母に全酵素種 (E と ES) を集め、(ii) 分子に生成物に導く反応速度 ($v=k_{+2}[ES]$) を集める」と次の(1)式のようなになる。“1節の(2)および(4)式”からも確認できる。

$$\frac{v}{[E]_0} = \frac{k_{+2}[ES]}{[E] + [ES]} \quad \dots (1)$$

ここで、不安定な中間体 ES を、安定な酵素 E や基質 S で置き換える。

つまり、 $K_S = \frac{[E][S]}{[ES]}$ の平衡関係から、 $[ES] = \frac{[E][S]}{K_S}$ となり、これを(1)式に代入すると、

$$\frac{v}{[E]_0} = \frac{k_{+2} \times \frac{[E][S]}{K_S}}{[E] + \frac{[E][S]}{K_S}}$$

となる。次いで、右辺の分子・分母に $\frac{K_S}{[E]}$ をかけて整理すると、基本式(2)が求まる。

$$\frac{v}{[E]_0} = \frac{k_{+2}[S]}{K_S + [S]} \quad \dots (2)$$

$k_{+2}[E]_0 = V_{max}$ なので（“1節の(6)式”参照）、基本式(2)はミカエリス・メンテン式に相当する。つまり、 $v = \frac{V_{max}[S]}{K_S + [S]}$ が簡単に導出されたことになる（白石文秀, 1997）。

(b) 競争阻害

競争阻害とは基質と阻害剤（以下、 I ）が酵素の同じ活性部位に結合する場合に起こる阻害のことで、反応機構は図6のようなになる。

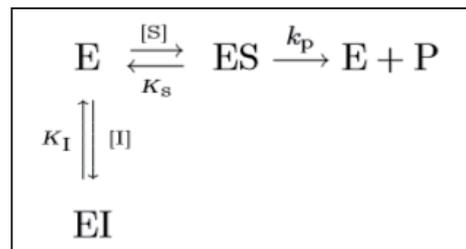


図6. 競争阻害

ここで、**E**から**ES**を形成する矢印の上に[S]を乗せているが、これは、**E+S**→**ES**のことである。同様に、阻害剤(**I**)が酵素に結合する過程、**E+I**→**EI**も**EI**に向かう矢印の横の[I]で示している。図6を眺めながら、本節の最初に述べたように、分子に速度、分母に酵素種を集めると、(3)式が簡単に導ける。

$$\frac{v}{[E]_0} = \frac{k_p[ES]}{[E] + [ES] + [EI]} \dots (3)$$

ここでも、前セクション(a)と同様に、不安定な中間体(ESやEI)を、安定なSやIで置き換える。つまり、 $K_S = \frac{[E][S]}{[ES]}$ 、 $K_I = \frac{[E][I]}{[EI]}$ なので、これらを(3)式に代入すると、

$$\frac{v}{[E]_0} = \frac{k_p \frac{[E][S]}{K_S}}{[E] + \frac{[E][S]}{K_S} + \frac{[E][I]}{K_I}}$$

となる。

この右辺の分子・分母に $\frac{K_S}{[E]}$ をかけると、

$$\frac{v}{[E]_0} = \frac{k_p[S]}{K_S + [S] + \frac{K_S[I]}{K_I}}$$

が求まる。

$k_p[E]_0 = V_{max}$ なので、競争阻害の最終式(4)が、簡単に導出できたことになる。

$$v = \frac{V_{max}[S]}{K_S(1 + \frac{[I]}{K_I}) + [S]} \dots (4)$$

(4)式の両辺の逆数をとって(5)式を導き、Lineweaver-Burkプロットで解析すると、図7のようになる。

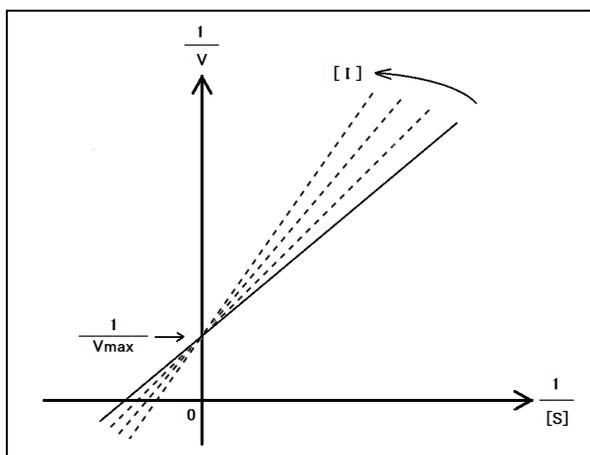


図7. 競争阻害のLineweaver-Burkプロット

(5)式から、y切片は阻害剤(I)の濃度を増やしても変わらず(1/V_{max}の一定値)、阻害剤の濃度[I]と共に傾きが増大することがわかる。これが競争阻害の特徴である。

$$\frac{1}{v} = \frac{K_S}{V_{max}}(1 + \frac{[I]}{K_I})\frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{max}} \dots (5)$$

上の(4)式と基本的なミカエリス・メンテン式{“1節や2節の(7)式”}を比べると、上の(4)式ではミカエリス・メンテン定数(K_m)が $K_S(1+[I]/K_I)$ になることがわかる。つまり、Lineweaver-Burkプロットで、「阻害剤の濃度[I]と共に傾きが増大する」と、言い換えると、「見かけ上のミカエリス・メンテン定数 $K_S(1+[I]/K_I)$ が増大する」ことが理解できる。

「ミカエリス・メンテン定数は、小さいほど酵素の効率が良い」ことを思い出していただきたい。図6の阻害剤(I)が作用すると、阻害剤の濃度[I]に比例して、酵素の働きが悪くなる(見かけ上のミカエリス・メンテン定数 $K_S(1+[I]/K_I)$ が増大する)のである。

重要なのは、この手法(分母に全酵素種を集め、分子に生成物をつくる反応速度を集める手法)を用いると、連立方程式を解くよりも簡単に反応式(ミカエリス・メンテン式)を導くことができることである。

(c) 不競争阻害

前セクション(b)の競争阻害では基質と阻害剤が競争して、酵素の同じ活性中心(ポケット)に入り込もうとした。阻害剤の形が基質に似ていない場合は、酵素の同じ活性中心(ポケット)には入れず、酵素複合体の異なる部位(新たなポケット)に結合することがある。つまり、阻害剤は遊離の酵素(フリーな酵素**E**)には結合できず、酵素基質複合体(**ES**)のみに結合できる場合であり、このような阻害作用を「不競争阻害」という。

反応機構は次の図8の通りである。

阻害剤は、**E**には結合できずに**ES**のみに結合するので、**ESI**の3量体ができる。

本節(4節)で何度も強調しているように、分子に速度、分母に酵素種を集めると、「(6)式、(7)式を経て」、簡単に(8)式が導ける。

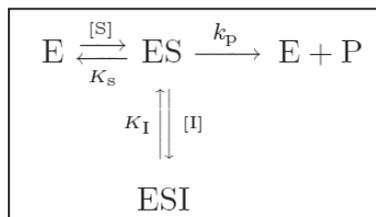


図8. 不競争阻害

$$\frac{v}{[E]_0} = \frac{k_p[ES]}{[E] + [ES] + [ESI]} \quad \dots (6)$$

(6)に $[ES] = \frac{[E][S]}{K_S}$ と $[ESI] = \frac{[E][S][I]}{K_S K_I}$ を代入して、

$$\frac{v}{[E]_0} = \frac{k_p \frac{[E][S]}{K_S}}{[E] + \frac{[E][S]}{K_S} + \frac{[E][S][I]}{K_S K_I}} \quad \dots (7)$$

全ての項に $[E]$ が含まれていることに注目して、ミカエリス・メンテン式の形にするために、右辺に $\frac{K_S}{[E]}$ をかけて整理すると、最終的な (8) 式になる。

$$\frac{v}{[E]_0} = \frac{k_p[S]}{K_S + [S] + \frac{[S][I]}{K_I}}$$

$$v = \frac{V_{max}[S]}{K_S + [S](1 + \frac{[I]}{K_I})} \quad \dots (8)$$

本節の (a)～(c) を通して、1 節と 2 節で説明した従来の“連立方程式”を解く一般的な方法よりも、簡単に反応式を導けることに気付いてもらえたと思う。

この方法でいくつかの反応機構に対する酵素反応式を導くと、反応機構を眺めるだけで酵素反応式が導出できるようになる。例えば (7) 式で少し触れたように、最終式の右辺の (i) 全ての項に酵素 $[E]$ が含まれるようになること、さらに、(ii) それぞれの酵素種の最終的な項では、酵素に結合した基質 $[S]$ や阻害剤 $[I]$ の濃度積が分子にきて、その解離定数が分母にくること、に気付くことがミソである。

すると、反応機構を眺めて、(キーポイント①) 酵素 $[E]$ に相当するところに数字「1」を置き、(キーポイント②) それぞれの酵素種には「結合した基質 $[S]$ や阻害剤 $[I]$ を分子に、また、その解離定数を分母に置く」だけで酵素反応式が導ける。なお、 $V_{max} = k_p[E]_0$ であることに注意していただきたい。具体的には、図8を眺めて、上述のキーポイント①と②に従うと、(7)式の代わりに直接 (9) 式が書ける。(9)式から最終的な (8) 式を導くのはワンステップである。

$$\frac{v}{V_{max}} = \frac{\frac{[S]}{K_S}}{1 + \frac{[S]}{K_S} + \frac{[S][I]}{K_S K_I}} \quad \dots (9)$$

図8の反応機構を眺めて、直接 (9) 式を書き、すぐに最終的な (8) 式を導く方法が、筆者らがバイオ系の読者に教示したい手法である。ただし、慣れるまでは、図8の反応

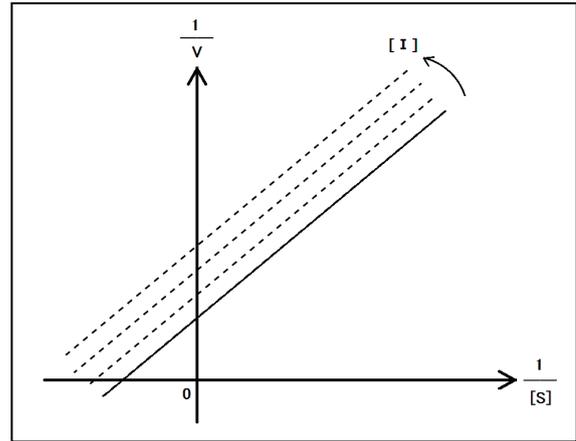


図9. 不競争阻害のLineweaver-Burkプロット

機構を眺めて、まず (6) 式を書き、そこから (9) 式、次いで (8) 式を導出する方が無難かもしれない。

最終式 (8) が求まったので、この両辺の逆数をとって、Lineweaver-Burk プロットで阻害パターンを解析することができる{(10)式、図9}。(10)式から、阻害剤の濃度 $[I]$ とともに、y切片は増大するが $(1/v)$ の増加、“傾き (K_S/V_{max}) ” は一定であることがわかる (K_S は図5のミカエリス・メンテン定数 K_m に対応する)。図9の平行線を描くパターンが不競争阻害の特徴である。

$$\frac{1}{v} = \frac{K_S}{V_{max}} \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{max}} \left(1 + \frac{[I]}{K_I}\right) \quad \dots (10)$$

この傾き (K_S/V_{max}) が一定の平行線を描く理由は、阻害剤が遊離の酵素 E の“基質用ポケット”に入らないので(基質と競争しないので)、③節で説明した「基質のポケットへの入り易さ(ミカエリス・メンテン定数 K_m 、ここでは K_S)」が阻害剤 $[I]$ の影響を受けないからである。一方、阻害剤は活性種 ES に作用するので(阻害剤が増すにつれ、 ES が減るので)、阻害剤の濃度が高くなるに従い“見かけの最大速度”が落ちる(最大速度の逆数である $1/v$ が増加する)のである。

一般的には、最終的なミカエリス・メンテン式において、(a) 阻害剤の効果がミカエリス・メンテン定数 K_m (または K_S) の項に係る場合{(4)式}は、“傾き”に影響が出、(b) 基質 S の項に係る場合{(8)式}は、“速度”に影響が出る。つまり、阻害剤は、遊離の酵素に作用してポケットへの基質の侵入を妨げたり{(4)式}、活性種 ES に作用して反応を妨げたり{(8)式}するのである{(11)式参照)。次のセクション (d) で紹介するように、両者に同時に作用することもある。

$$v = \frac{V_{max}[S]}{K_S(\text{阻害剤効果}) + [S](\text{阻害剤効果})} \quad \dots (11)$$

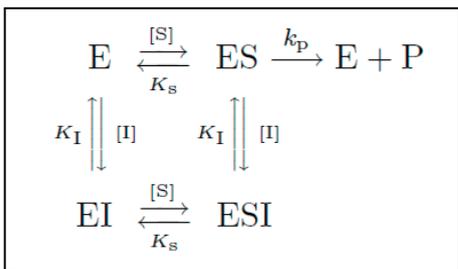


図10. 非競争阻害

(d) 非競争阻害

基質と阻害剤が酵素の異なる部位にそれぞれ結合し、両者が互いに他の結合に影響を及ぼさない場合を非競争阻害という。反応機構は図10のように表わす。

この反応機構を眺めて、3段階で反応速度式を完結させよう。前セクション(c)の簡略法(キーポイント①と②)を思い出して、(13)式から始めて2段階で完結させてもよい。

$$\frac{v}{[E]_0} = \frac{k_p[ES]}{[E] + [ES] + [EI] + [ESI]} \quad \dots (12)$$

$$\frac{v}{V_{max}} = \frac{\frac{[S]}{K_S}}{1 + \frac{[S]}{K_S} + \frac{[I]}{K_I} + \frac{[S][I]}{K_S K_I}} \quad \dots (13)$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{[S]}{K_S + [S] + \frac{K_S}{K_I}[I] + \frac{[S]}{K_I}[I]} \\
 v &= \frac{V_{max}[S]}{\underbrace{K_S(1 + \frac{[I]}{K_I})}_{K_m} + [S](1 + \frac{[I]}{K_I})} \quad \dots (14)
 \end{aligned}$$

ここで、“見かけ上の”ミカエリス・メンテン定数 (K_m) が $K_S(1 + \frac{[I]}{K_I})$ になることに気づいていただきたい。簡単に求めたミカエリス・メンテン式(14)を用いて、前セクション(c)の(11)式で説明したことを復習しておく。この(14)式では、阻害剤の効果がミカエリス・メンテン定数の項と基質Sの項の両者に係っているため、“傾き”と“速度(タテ軸)”の両方に影響がでることがわかる。

いつものように、最終式(14)の逆数をとって(式15)、Lineweaver-Burkプロットで確かめてみよう(図11)。

$$\frac{1}{v} = \frac{K_S}{V_{max}}(1 + \frac{[I]}{K_I}) \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{max}}(1 + \frac{[I]}{K_I}) \quad \dots (15)$$

阻害剤が遊離の酵素Eと活性種ESの両者に作用するので、(5)式で見られた“傾き”の増大と、(10)式で見られた

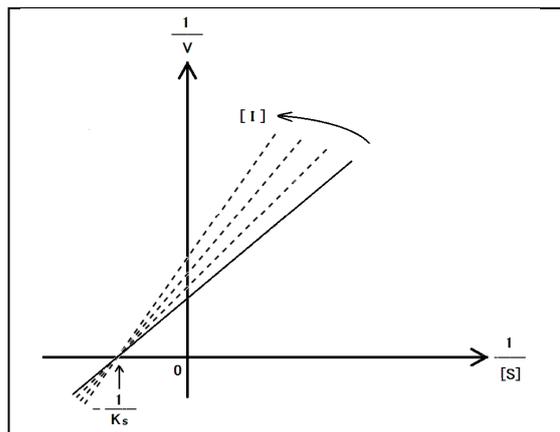


図11. 非競争阻害のLineweaver-Burkプロット

“y切片”の増大の、両方の効果がLineweaver-Burkプロットで観察される。つまり、この阻害剤はポケットへの基質の侵入を妨げるとともに、活性種ESを抑制するので反応速度も落とすのである。

なお、“見かけ上”のミカエリス・メンテン定数 K_m は、 $K_S(1 + \frac{[I]}{K_I})$ となるので阻害剤の濃度上昇とともに(図7と同様に)“傾き”が大きくなるものの、x切片は $-1/K_S$ なので一定値(基質の解離定数で決まる値)を示し、固定される(タテ軸 $1/v=0$ を(15)式に代入して確かめていただきたい)。

(e) 続・非競争阻害

基質と阻害剤が酵素の異なる部位に結合し、両者が互いに他の結合に影響を及ぼさない場合(図10)の非競争阻害について議論してきた。このセクションでは、両者が互いに他の結合に影響を及ぼす場合でも反応式が簡単に導出できることを示す。反応機構は図12のようになり、影響の度合いをアルファ(α)で表す。なお、遊離の酵素EからESI三量体を形成する際に、ESを経由しても、EIを経由しても、全エネルギー(解離定数の積)は同じでないといけなないので、アルファ(α)は図12のように両経路の解離定数につく。

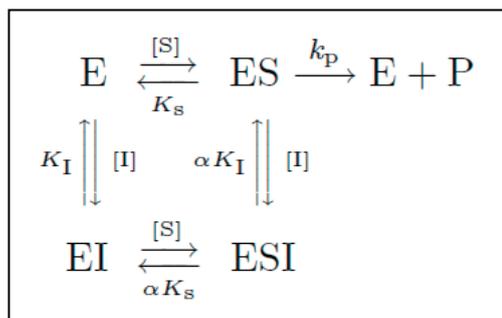


図12. より一般的な非競争阻害

すると、簡略法により、最終式(14')が求まり、二重逆数にした(15')式に基づくLineweaver-Burkプロットも図11と同じ形になることが分かる。

$$\frac{v}{[E]_0} = \frac{k_p[ES]}{[E] + [ES] + [EI] + [EIS]} \quad \dots (12')$$

$$\frac{v}{V_{\max}} = \frac{\frac{[S]}{K_S}}{1 + \frac{[S]}{K_S} + \frac{[I]}{K_I} + \frac{[S][I]}{\alpha K_S K_I}} \quad \dots (13')$$

$$= \frac{[S]}{K_S + [S] + \frac{K_S}{K_I}[I] + \frac{[S]}{\alpha K_I}[I]}$$

$$v = \frac{V_{\max}[S]}{K_S(1 + \frac{[I]}{K_I}) + [S](1 + \frac{[I]}{\alpha K_I})} \quad \dots (14')$$

$$\frac{1}{v} = \frac{K_S}{V_{\max}}(1 + \frac{[I]}{K_I}) \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{\max}}(1 + \frac{[I]}{\alpha K_I}) \quad \dots (15')$$

(f) 複雑な酵素反応式

最後に、T大生が解けなかった複雑な酵素反応式を眺めてみる。従来の手法では授業時間内には誰も解けなかったが、これまで述べてきた“眺めて解く”簡略法を教えたところ、ほぼ全員が10~15分程度で解けるようになった。

ここでとりあげる反応機構は図13のように複雑なものである。

ここで注目すべきは、(16)式の分子が3項あること、つまり、生成物に導く活性種が3種類あることである。I(例えば、阻害剤)の存在下でもA(例えば、活性化剤)の存在下でも生成物ができると仮定されているからである。

$$\frac{v}{[E]_0} = \frac{k_p[ES] + bk_p[EAS] + ak_p[EIS]}{[E] + [EA] + [EI] + [ES] + [EAS] + [EIS]} \quad \dots (16)$$

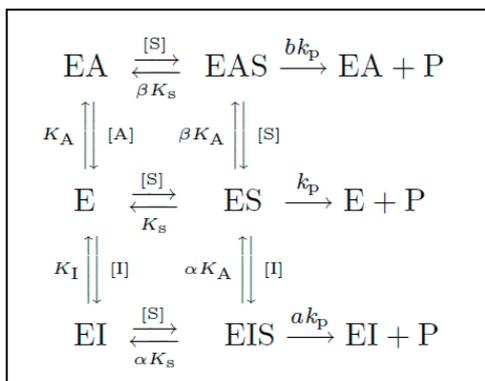


図13. 複雑な酵素反応

$$\frac{v}{V_{\max}} = \frac{\frac{[S]}{K_S} + \frac{b[A][S]}{\beta K_A K_S} + \frac{a[I][S]}{\alpha K_I K_S}}{1 + \frac{[A]}{K_A} + \frac{[I]}{K_I} + \frac{[S]}{K_S} + \frac{[A][S]}{\beta K_A K_S} + \frac{[I][S]}{\alpha K_I K_S}} \quad \dots (17)$$

$$= \frac{\frac{[S]}{K_S}(1 + \frac{b[A]}{\beta K_A} + \frac{a[I]}{\alpha K_I})}{(1 + \frac{[A]}{K_A} + \frac{[I]}{K_I}) + \frac{[S]}{K_S}(1 + \frac{[A]}{\beta K_A} + \frac{[I]}{\alpha K_I})}$$

$$= \frac{[S]}{K_S(1 + \frac{[A]}{K_A} + \frac{[I]}{K_I}) + \frac{[S](1 + \frac{[A]}{\beta K_A} + \frac{[I]}{\alpha K_I})}{(1 + \frac{b[A]}{\beta K_A} + \frac{a[I]}{\alpha K_I}) + (1 + \frac{b[A]}{\beta K_A} + \frac{a[I]}{\alpha K_I})}} \quad \dots (18)$$

(18)式から明らかに、速度式が

$$v = \frac{V_{\max}[S]}{K_S(Const) + [S](Const)}$$

の形になるので、Lineweaver-Burkプロットは図11と同じになる。

結論

4節で説明した簡略法を習得すると、図13のように“一見複雑”な反応機構であっても、10分程度の時間で酵素反応式が解ける。是非、バイオ系の研究者・学生にはこの手法を利用していただきたい。

文献

小宮山 真・八代盛夫(1996): 生命化学I:天然酵素と人工酵素. 丸善, 東京.
 白石文秀(1997): 固定化酵素反応のコンピュータ解析法 - 反応速度論から反応器設計法まで -. コロナ社, 東京.

参考資料

ウィキペディア「ミカエリス・メンテン式」:
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%9F%E3%82%AB%E3%82%A8%E3%83%AA%E3%82%B9%E3%83%BB%E3%83%A1%E3%83%B3%E3%83%86%E3%83%B3%E5%BC%8F> (2012年4月15日検索)

Practical Enzyme Kinetics Based on Visualization of Reaction Schemes

Kazunari TAIRA^{*1}, Yasuhiro FUTAMURA^{*2} and Takashi KATO^{*2}

*1 School of Psychology, Tokyo University of Social Welfare (Oji Campus),
2-1-11 Horifune, Kita-ku, Tokyo 114-0004, Japan

*2 School of Education, Tokyo University of Social Welfare (Ikebukuro Campus),
2-47-8 Minami-ikebukuro, Toshima-ku, Tokyo 171-0022, Japan

Abstract : Cells contain extraordinarily efficient catalysts known as “enzymes”, which can accelerate chemical reactions by factors ranging from 10^{12} to 10^{15} , or even more. In this article, we review various enzyme-catalyzed reactions and at first solve enzyme kinetics by conventional methods that are described in any textbooks, including Wikipedia. However, it is not easy to solve complicated enzymatic reactions, such as the one described in Figure 13, by the conventional method. We thus report here a unique method that enables one to solve complicated enzymatic reactions by merely “visualizing the reaction scheme”.

(Reprint request should be sent to Kazunari Taira)

Key words : Enzymatic reactions, Enzyme kinetics, Steady-state, Rapid equilibrium

核酸の構造：RNAがUを使いDNAがTを使う理由は？

二村泰弘*1・多比良和誠*2

*1 東京福祉大学 教育学部(池袋キャンパス)

〒171-0022 東京都豊島区南池袋2-47-8

*2 東京福祉大学 心理学部(王子キャンパス)

〒114-0004 東京都北区堀船2-1-11

(2016年10月6日受付、2016年10月13日受理)

抄録：以前は遺伝情報の流れの中で“わき役”と思われがちだったRNAに、リボザイムやマイクロRNA活性などの生体内での重要な役割が次々に発見され、今ではRNAは生体反応をコントロールする“主役”にのし上がっている。このRNAはA, U, G, Cの4塩基で構成されている。一方、DNAはA, T, G, Cの4塩基で構成されており、違いはUの代わりにその誘導体であるTがDNAで使われていることである。この事実は全ての教科書に記載されているものの、その理由を説明した解説書が見当たらない。本稿では、DNAとRNAの構造上の違いを復習しながら、RNAがUを使いDNAがTを使う理由を詳しく説明し、それぞれの化学構造を描けるようになるためのヒントを与える。

(別刷請求先：多比良和誠)

キーワード：DNA、RNA、遺伝子、遺伝情報の流れ、核酸の構造

緒言

核酸は、デオキシリボ核酸 (DeoxyriboNucleic Acid; DNA) とリボ核酸 (RiboNucleic Acid; RNA) に分類される。生体内の機能性分子である“タンパク質”をつくるための設計図は、(ウイルスなどの特殊な例を除くと) 例外なく遺伝子を構成するDNA (ゲノム: genome) 上に記録されている。ゲノムDNA上に刻まれた遺伝情報はいったんmRNA (messenger RNA) 前駆体に写し撮られ (転写: transcription)、成熟したmRNA (タンパク質の設計図のみにトリミングされたmRNA) の情報を基にしてタンパク質が合成 (翻訳: translation) される。図1にこの一連の流れを模式的にまとめた。この遺伝情報の流れで二種類の“重要な酵素”が作用する。一つ目は、成熟したmRNAをつくるのに必要な酵素 (①スプライソソーム: spliceosome) で、次は、タンパク質の合成を行う酵素 (②リボソーム: ribosome) である。この二種類の酵素の共通点は、構成成分がタンパク質とRNA (mRNAとは異なる特有のRNA) でできていることである。それぞれのRNA成分は、核内低分子RNA (small nuclear RNA; snRNA)、および、リボソームRNA (ribosomal RNA; rRNA) と呼ばれている。今日までの多くの研究の結果、それらのRNA成分がそれぞれの酵素の活性に極めて重要で、本質的な機能を担って

いることが明らかになっている。すなわち、RNAは、DNA上の遺伝情報を一時的に写し撮るだけの (以前考えられていた) “わき役”ではなく、さまざまな生化学的機能を有する、まさに“機能する核酸”なのである。

ゲノムDNAの配列に従ってmRNAが合成 (転写) され、最終的にはmRNAが翻訳されて、遺伝子産物である機能性のタンパク質が合成 (翻訳) される。最初に合成 (転写) されたmRNA前駆体は、(DNA上のTはRNAではUに置換されているが) 基本的にはゲノムDNAのまる写しである。しかし、この転写と翻訳の間で「タンパク質の設計図が記載されていない領域 (イントロン)」が取り除かれて、「設計図が記載されている領域 (エクソン)」同士が連結されるので、ゲノムDNA配列と異なった“完成された設計図 (mRNA)”ができあがる。

なお、この不要なイントロンを取り除く過程は“スプライシング”と呼ばれている (図1)。この一見無駄なイントロンや「遺伝子の情報が記載されていないDNA領域 (つい最近まで“ジャンクDNA”と呼ばれていた領域)」は、実は、ヒトのゲノム上の98%以上を占めている。“ジャンクDNA”の機能については次の機会に紹介する。

遺伝子によっては極端に長いイントロンが知られている。例えば、マウスのジヒドロ葉酸還元酵素の場合は、遺伝情報が記載 (コード) されているmRNA領域 (すなわ

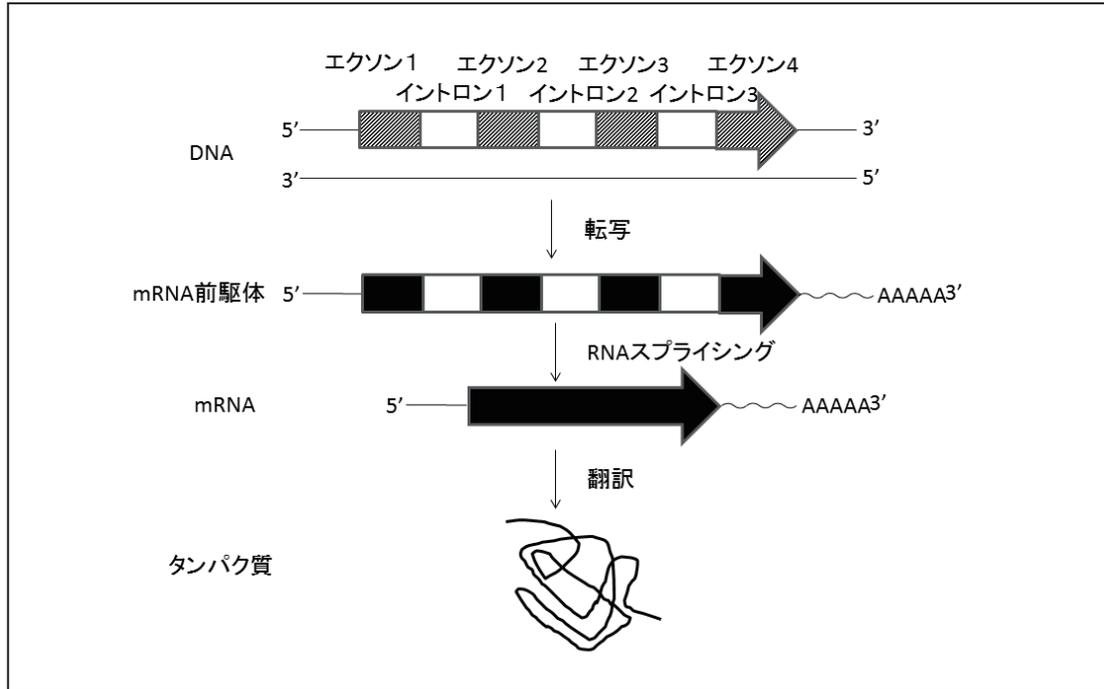


図1. 遺伝情報の流れ

ちエクソン部分)は600塩基対弱の配列により構成されているにすぎない。しかし、ゲノム上では多数の長いイントロンが挿入されているために、実際転写されてmRNA前駆体 (pre-mRNA) になる領域は3万塩基対以上にもおよぶ。つまり、ジヒドロ葉酸還元酵素をつくる際に(翻訳にあたって)利用されるエクソンの長さは、この酵素のために用意されたゲノム上の領域の約2%にすぎないのである。なお、このジヒドロ葉酸還元酵素は、「Uにメチル基を付けてTに変換する」際に機能する酵素である (Taira and Benkovic, 1988)。

イントロンはタンパク質の構成成分をコードする領域(すなわちエクソン)をゲノム上で繋ぐ“ノリシロ”の役割をしていると考えることができる。例えば、車を組み立てる際に、複数のヘッドライトを用意したり、タイヤを変えたり、部品交換するだけで、ランクの違った車種を提供できる。遺伝子の場合も、タンパク質をより高機能化したり環境変化にあわせて進化させたりする際に、タンパク質全体で試行錯誤するのではなく、部品(エクソン)をより良いものに交換するだけで済む。イントロンという“ノリシロ”を導入することで、より効率的に環境変化にあわせた進化が促進できる。一見無駄に見えるイントロン(実は機能もある)も、生命の進化に役に立っているのである。

例えば、免疫系は外界から侵入してくる異物、つまりウイルスなどの抗原に対して、それぞれに特異的に結合する抗体を産生する。一生の間に出くわす可能性のある数億

にもおよぶ抗原すべてに対して、それぞれに対応できる抗体をつくる多様性の秘密は、エクソン・シャッフリング(異なったエクソン間での遺伝子組み換え: 部品の組み合わせ)にある。免疫系の遺伝子では、エクソンの数は限定されているにも拘わらず、限られたエクソンの多数のランダムな組み合わせにより、無数に近い種類の遺伝情報、ひいてはタンパク質(この場合は抗体)がつくられる (Tonegawa, 1983)。このようにして、いったん誘発した抗原に対する特異的免疫(特定のエクソンの組み合わせ情報)は一生の間持ち続けることができるので、「免疫応答は記憶をもっている」のである。免疫系の記憶細胞では、最初の抗原刺激によって既にDNA上の大部分のイントロンが取り除かれているので、次に同じ抗原に出会うと“速やかに免疫応答する準備”ができています。「免疫系の多様性は、“RNAスプライシング”とDNAレベルでの“エクソン・シャッフリング”によって生じる」ことを理解しておいてほしい。

なお、“ノリシロ”イントロンに関する詳細が分かっているわけではなくて、新たな機能が解明されつつある。「なぜ、遺伝情報が記載されていない“一見無駄な配列(ジャンクDNA)”がたくさんあるのか」については、次の機会に紹介することにして、本稿では遺伝情報の基盤である「DNAとRNAの違い」、特に「RNAがUを使いDNAがTを使う理由」に主眼を置いて解説する。

DNAとRNAの構造の違い

生命の誕生を考えると、遺伝情報を担う核酸が先か機能を兼ねたタンパク質が先かという、ニワトリが先か卵が先かと同じようなパラドックスに悩まされてきた。タンパク質起源説の問題点は、ある時期に偶然アミノ酸が多数重合して酵素活性のあるタンパク質ができたとしても、そのタンパク質自身の優れた配列情報を次の世代に伝えるメカニズムに乏しいことである。他方、偶然RNAが重合して酵素活性を持ったとすると、RNA自身は遺伝(配列)情報を持っているので(図2)、その情報を次の世代(RNA)に伝えることができる。酵素活性をもつRNA(“リボザイム”と呼ばれている)も発見されている。「緒言」に登場した“リボソームRNA”も酵素活性をもつ“リボザイム”とみなせる(後述する図5参照)。また、化学合成を考えても、原始地球条件下ではDNAよりもRNAの方が合成され易いので、生命の起源に関しては、「タンパク質より核酸、しかも、DNAより“RNAが先”であった」という“RNAワールド説”が支持されている。

実際、現在でも、DNAのモノマー(構成単位)であるデオキシリボヌクレオチドの細胞内合成において、まずRNAのモノマーであるリボヌクレオチドが合成される。次いで、このリボヌクレオチド(RNAモノマー)の2'水酸基がリボヌクレオチド二リン酸還元酵素の作用により取り除かれることによって初めて、デオキシリボヌクレオチド

(DNAモノマー)が合成されるという手順を踏むことも、RNAがDNAよりも先にできたことを支持している。

RNAとDNAの構造上の大きな違いは、DNAにおいては2'水酸基がリボース環から欠落している点である。図2の“網掛けしたH”がデオキシ(酸素を取り除いた)核酸・DNAの特徴を表している。RNAはリン酸ジエステル結合($--PO_2--$: 図2のリンの上と下に2本手を伸ばした結合)を介して繋がっているが、立体構造上、2'水酸基は、隣接する3'位にあるリン酸基を求核攻撃しやすい位置にある。そのためにRNAの方がDNAよりも加水分解を受けやすく不安定である。進化の過程での機能性タンパク質の出現とともに、大事な遺伝情報をもっと安定な形で保存しようとする試みから、RNAから2'水酸基が取り除かれて、DNAが遺伝情報を担うようになった。

以前は、大学に入ってきたばかりの学生にRNAとDNAの安定性の違いを説明するときに、「RNAは“カセットテープ”みたいなもので、音楽を繰り返し聴いていると、テープが伸びてしまったり途中で切れたりするので長期保存にはむかない。一方、DNAは“コンパクトディスク(CD)”みたいに繰り返し音楽を聴いても音色が変わらず長持ちする」と説明していたが、最近の学生は、きっと“カセットテープ”を知らないだろう。とにかく、「DNAの方が安定なので、遺伝情報を記録する媒体としては、RNAよりもDNAの方が適している」ことが広く知られており、この事実はほとんど全ての教科書に記載されている。

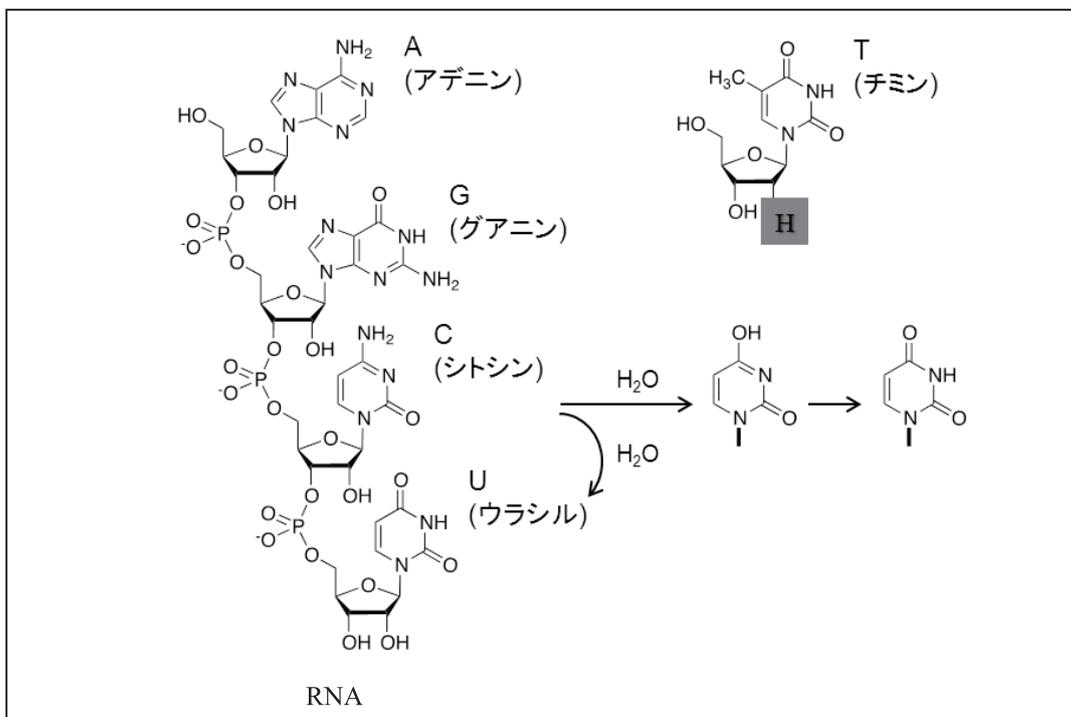


図2. RNAとDNAの構造の違い

自然界はなぜリンを繋ぎ目に選んだのか？

図2のRNAの構造を見ると、2'水酸基が常に同じ方角(リンと同じ下方)を向いていることがわかる。そのために、2'水酸基の酸素上の電子雲が頻りに隣接するリンにぶつかり、ある頻度で“リンとその下の酸素の間の結合”が切れる。核酸のリン酸基($-PO_2^-$)の周りには負の電荷があるので、基本的には(負の電荷をもつ)電子雲は電気的に反発して近づきたがらないが、あまりにも“ぶつかり易い位置”に両者が共存しているので、頻りに衝突する(RNA鎖が切れる)のである。

この“ぶつかり易い位置”にある2'水酸基を取り除くと(DNAの構造になると)、本来は非常に安定である“リン酸ジエステル結合”の特徴が発揮されて、遺伝情報が永く保たれる。モデル系で、種々のジエステル結合の安定性が調べられているが(表1)、自然界で最も安定に遺伝情報を保てるのは、“リン酸ジエステル”である(Bowler et al., 2010)。25℃の水の中での“リン酸(P)ジエステル”の半減期($t_{1/2}$)は約1億年である。一方、自然界に大量に存在する“ケイ素(Si)”の“ケイ酸ジエステル”は、非常に不安

定で、半減期が1分以下である。だから、たとえケイ素が自然界に大量に存在していても、自然界が“ケイ素(Si)”を遺伝情報の繋ぎ目に採用することはなかった。同様に、“ヒ素(As)”の“ジエステル結合”も不安定で、半減期は2分以下である。

ところが、2010年末に、「ヒ素で生きる細菌が発見された」ニュースが科学界で騒がれただけでなく、一般家庭のテレビでも報道された(Wolfe-Simon et al., 2010)。“リン酸(P)ジエステル”で連結されたこれまでのDNAと違い、“ヒ素(As)”の“ジエステル結合”で連結されたDNAが自然界に存在するとなると、これまでの常識が覆ることになる。

理研が「STAP細胞の発見」を大々的に発表したように、米航空宇宙局(NASA)も「宇宙人でも発見した」かのようなプレス発表前宣伝をしたので期待が膨らみ、日本でもほとんど全てのニュース番組がプレス発表を中継した。しかし、事前の期待が大きすぎたせいもあり、報道陣による評価はもう一つだったようだ。日経BP社の宮田満氏の当時のコメントを掲載しておく(下記参照)。

「高濃度の“毒性の高い”ヒ素を含む環境によく適応した極限性微生物の発見」自体は素晴らしい発見であり、もし、

=====

BTJ/HEADLINE/NEWS 2010/12/06 RANKING MAIL 第1514号

=====

先週、米国NASAが突如発表した「地球外生命の可能性を示す大発見」も、人間の思
い上がりか?NASAの予算対策のアドバルーンか?何やらきな臭い匂いを感じました。

この発見自体は、今までDNAのリン酸の代わりにヒ素を取りこんで増殖?する生物の報告は無かったので、極めて重要な報告ですが、大々的な記者会見まで行う価値があったのか?また、それを一面トップで紙面に載せる必要があったのか?私は疑問であると思います。東スポのネタが無くなった時の宇宙人記事と一体どんな違いがあるのか?もっと冷静に私たちは報道する必要があると思います。

今回、米カリフォルニア州のモノ湖から発見したプロトバクテリア Halomonadaceae GFAJ-1 株が、リン酸を枯渇させた培養条件ではヒ素を取り込み増殖することを発見したのですが、ここまでは従来報告のなかった生命維持反応ですから、博物学的にはとても意味があり、生命の環境に対する順応力の偉大さを示すものだと思います。しかし、ここから一足飛びに地球外生命の可能性まで言及するのは、まさに量子的飛躍であると考えます。勿論、私たちの今までの常識であった炭素、水素、酸素、窒素、硫酸、リン酸から生物は構成されているという思い込みが打破されたことは誠に素晴らしいですが、この常識の根拠であったのは、今まで発見されていた生物のほとんどがそうであったことと、地球を構成している元素の構成比からの類推に過ぎません。現実には鉄酸化細菌などは鉄イオンをエネルギー源として増殖しています。私たちがもっと詳細に地球環境中の生物のことを知れば、こうした常識は単なる近似に過ぎなかったことが明らかにされると思います。太古の地球環境は現在の地球環境とは似ても似つかない環境であり、その中で生物は進化し続け、DNAにその太古の記憶を刻んでいるからです。また、突然変異などによる環境への適応と物理的な隔離によって、今でも新しい種は誕生していると思います。

今回の発見で、地球外生命へ言及するのはNASAの勝手ですが、私たちがもっと得るべきものは、地球内生命の豊饒さへの畏敬の念であるべきであると思います。分子生物学によって大腸菌、酵母、ヒトのようなメインストリームの生物の研究ばかりが進んでいますが、生物はもっと多様で、その多様性からもっと私たちが学ぶべきであると、今回の研究は教えてくれたのではないのでしょうか?

それを地球外にロケットを飛ばしたいがために、曲解して報道させるようなことをしてはいけません。「過剰な期待や誤解を与えたら申し訳ない」と発表の当事者すらコメントしている中途半端な状況で、簡単にNASAの誘導に乗ってお祭り騒ぎをするメディアにも、猛省しなくてはならないと思っています。誠にお恥ずかしい限り。一面記事を見る度に、消え入りたい衝動にとらわれます。

{日経BP社「バイオテクノロジージャパン」}

http://biotech.nikkeibp.co.jp/bionews/detail.jsp?hit_cnt=155&newsid=SPC2010120377857&fb=1 (2010年12月3日)
より抜粋

表1. 各種エステルの安定性
安定性～リン酸モノエステルやジエステルの代替となるか?～

元素	オキシ酸	地殻存在度	酸解離定数			ジエステル			モノエステル		
			1段階目 pKa1	2段階目 pKa2	3段階目 pKa3	安定性 (t _{1/2})	電荷	切断される結合	安定性 (t _{1/2})	電荷	切断される結合
P(リン)	H ₃ PO ₄	低	2.1	7.2	13.1	10 ⁸ 年	-1	P-O	10 ¹² 年	-2	P-O
S(硫黄)	H ₂ SO ₄	中	<<0	2	—	1.7時間	0	C-O	1100年	-2	C-O
As(ヒ素)	H ₃ AsO ₄	中	2.2	7	11.5	<2分	-1	As-O	6分	-2	As-O
Si(ケイ素)	H ₄ SiO ₄	高	9.5	>13	—	<1分	0	Si-O	<1分	0	—

「ヒ素で繋がれたDNAを有する」生命体が発見されたのであれば、「宇宙人を発見した」ぐらい画期的なニュースだと当時の筆者は感じた。非常に不安定な「ヒ素で繋がれたDNA」を「ヒ素で生きる細菌」が「いかにして安定化しているか」に興味を示しつつ、この発見に関する2010年のScience誌のオリジナル論文を読んだところ、「全てのDNAのリンが本当にヒ素で置き換わっている」証明が弱く、残念に思った。

後日、「この細菌は高濃度のヒ素の中でも生きられる一方、生存と成長のためにはリンが必要だ。また、DNAにヒ素は含まれていない」とする反論が発表された (Erb et al., 2012)。やはり、自然界は、表1のデータが示すように、最も安定な“リン酸ジエステル結合”を使って、生存に不可欠な遺伝情報(DNA)を守っていることになる。

核酸の進化がわかるとDNAのチミン(T)の真価がわかる

生物が進化して、より多くの遺伝情報(DNA)が必要になると、必然的にその生物のゲノムは長大化する。いくらDNAが化学的に安定といっても、DNA鎖が長くなれば、物理的に切れる確率が上がる。ゲノムが二重らせん構造であることの一つの理由として、センス鎖DNA(遺伝情報が載っているDNA)に相補的なアンチセンス鎖DNAを“からみつける”ことで、「ゲノムが物理的な強度を上げた」ことが考えられる(図3)。もちろん、片方の鎖が破損(変異)した時に、他方の鎖を鋳型として修復することができる“二重らせんのメリット”も忘れてはいけない。

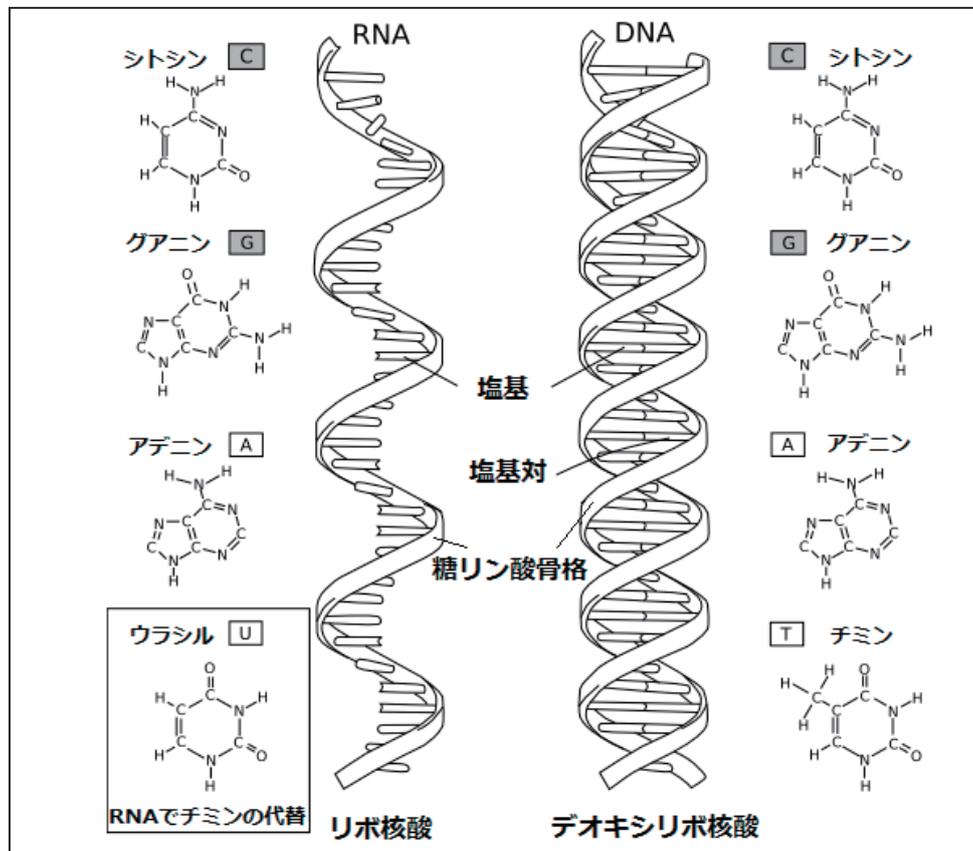


図3. DNA二重らせん構造

RNAとDNAの構造上のもう一つの違いは、両者とも四種類のヌクレオチドを構成単位としているが、RNAで使用されているウラシル(U)がDNAではピリミジン環の5位がメチル化されてチミン(T)に代わっていることである。

図2に示しているように、シトシン(C)の4位にはアミノ基(-NH₂)がついているが、この位置は2位のケト基(C=O)の影響を受けて活性化されており、水分子による求核攻撃を受けやすく(有機化学に出てくるマイケル付加型の反応)、その結果、ある頻度で脱アミノ化されてCがUに変わる(4位の-NH₂が抜けて、C=Oに変わる)。この重要な脱アミノ化の反応については、核酸の化学構造に慣れた後、「結論」の直前に触れる。

RNAにおける(A, U, G, C)の組み合わせの場合は、Cの脱アミノ化が起こるとCとUの区別がつかなくなる。「UがもともとUだった」のか、それとも「Cが脱アミノ化されてUに変わった」のか、が分からないからである。つまり、RNAのような(A, U, G, C)の組み合わせでは、遺伝情報が正確に伝わらなくなる。

一方、DNAにおける(A, T, G, C)の組み合わせの場合は、C→U変換が起こると、Uが(遺伝情報源として使われていない)誤った塩基であることが明白になり、その誤った塩基(U)の領域を取り除いて、二重らせんの“鋳型(相補鎖)の情報に基づいた”修復が可能になる。実際、生体内では、そのような修復が頻繁に行われている。

C→U変異は、まだ進化の方向性が定まらず、トライアル・アンド・エラーの繰り返しで、原始生命の基となる機能性物質・遺伝情報を模索していた時代にはメリットがあったと考えられる。多様性を出せるからである。しかし、いったん有用な遺伝情報ができあがって、獲得した遺伝形質を安定に保持するような選択圧がかかるようになると、遺伝情報をA, T, G, Cの組み合わせで持つ生物が“安定して”繁栄した。

一般的な教科書では、RNAとDNAの構造上の大きな違いである、2'水酸基の有無だけが解説されているものの(図2)、RNAのUとDNAのTについては、「違いがある」という事実のみの記述があるだけで“その重要性”については何も述べられていない。“遺伝子の傷の修復に不可欠な”「UからTへの変換」は、膨大なエネルギーを使って、神業と思える複雑な反応を進化させることで可能になった(Taira and Benkovic, 1988)。遺伝情報(DNA)を安定に保ち、修復を可能にしたので、原始生命体は高等化できたのである。また、放射線量の高い原始地球で進化した生命体は、放射線などによる遺伝子の変異には意外と強いのである。

タンパク質が先か、核酸が先か？

これまでは機能と遺伝情報の保持の側面から、生命の進化においてRNAの方がDNAより原始的であり、「RNAゲノム生物からDNAゲノム生物へ進化した痕跡がある」ことを述べてきた。タンパク質はどうだろうか。実は、「タンパク質に、“既存する機能性RNA”を部品として取り込んで、手っ取り早く新規の機能を獲得した」と思われる形跡や、それまで「RNA(すなわちリボザイム)が行っていたことを補強した」と思われる形跡が残っている。そのような例として“補酵素を必要とする”酵素反応が挙げられる。

多くのタンパク質酵素は、その機能を発揮するにあたって、“補酵素と呼ばれるタンパク質成分以外の小分子・生化学物質”を必要とする。そのような酵素は、RNAのモノマーである“リボヌクレオチドの誘導体”を含んでいることが極めて多い。その代表的な補酵素としては、ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド(Nicotinamide Adenine Dinucleotide; NAD)、フラビンアデニンジヌクレオチド(Flavin Adenine Dinucleotide; FAD)、アシル-CoA(acyl-Coenzyme A)、ビタミンB₁₂などがある(図4)。

進化の過程で、タンパク質酵素が地球上に出現する前に、RNA酵素リボザイムが存在していた可能性はきわめて高いが、リボザイムが“タンパク質酵素と同じような”「さまざまな化学反応」を触媒していたとは考えにくい。なぜなら、RNAは、化学的性質が類似したA, U, G, Cの4種類の塩基のみで構成されているので、多様性に欠けるからである。一方、タンパク質酵素だと20種類のアミノ酸の組み合わせが可能であり、さらに、個々のアミノ酸残基の性質が異なるので(水に溶けやすいものや溶けにくいもの、プラスの電荷やマイナスの電荷をもつものなどがある)、多彩な化学反応を触媒できるようになる。

リボザイムとタンパク質酵素の多様性には歴然とした差があるので、進化の過程で「ほとんどの生体反応をタンパク質酵素が担うようになった」のである。しかし、そのような多様性をもつタンパク質酵素でも、20種類のアミノ酸の組み合わせでは出せない触媒機能があり、そのようなときに、補酵素を活性部位に取り込んで、必要な触媒機能を発揮させた(図4)。

もう一度強調しておくが、図4に示す「“代表的な”補酵素には、RNAが構成成分として含まれている」。明らかに、「“補酵素を要求する”タンパク質酵素の祖先が地球上に出現したときには、既にRNAが存在していた」ことを物語っている。「RNAが早期に地球上に出現した生体物質である」ことをサポートする知見を列挙しておく。

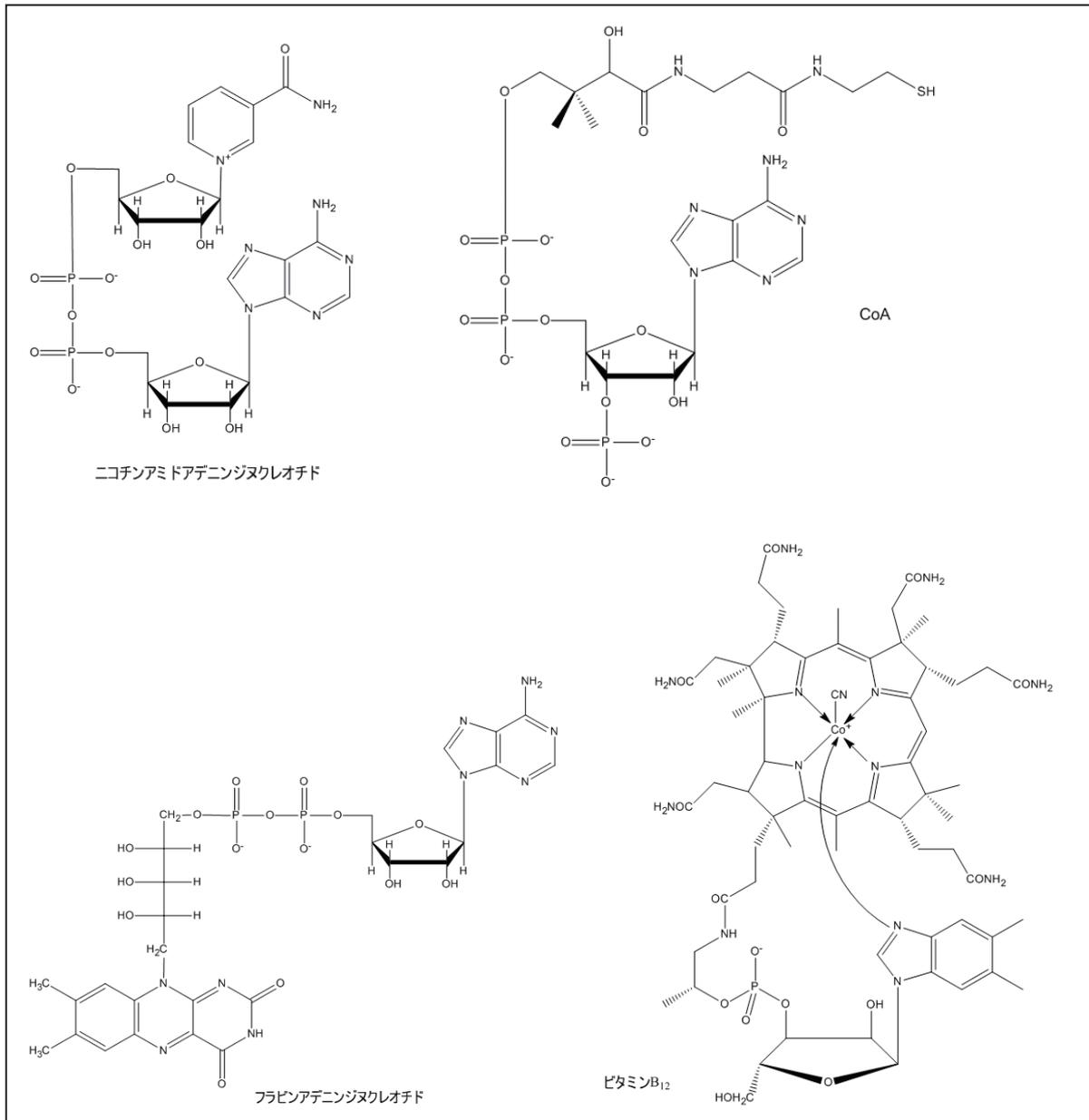


図4. 補酵素

- (1) 現在でも生体内でDNA前駆体はRNA前駆体より合成される(RNAが先に合成された後、DNAに変換される)。
- (2) 遺伝情報を正確に伝えるために(遺伝子の傷を修復できるようにするために)RNAの(A, U, G, C)組み合わせからDNAの(A, T, G, C)組み合わせに進化した。
- (3) 図1に示した遺伝情報の流れの中で、タンパク合成に重要・不可欠な酵素である「スプライソソーム (pre-mRNAのスプライシングを担う)」や、実際にタンパク合成を行う「リボソーム」には機能性RNAが含まれていて、RNA成分が触媒として働いている(Galej, et al., 2016)。一方、DNAには、このような重要な過程での機能面での役割はない。
- (4) RNA (mRNA, rRNA, tRNA) は、タンパク質の生合成に密接に関係している。
- (5) 図4で説明したように、多くのタンパク質酵素は補酵素を必要とし、NADH, FAD, アシル-CoA, ビタミンB₁₂などの補酵素にはRNA成分が含まれている。これらの補酵素を必要とするタンパク質酵素が地球上に出現する前に核酸がすでに存在していたことを示す証拠である。また、これらの補酵素は、機能的にもRNAワールド(RNAが原始地球で触媒として働いていた時代)の化石だと考えることができる。
- (6) 前生物的環境を模倣した条件下では、DNAのデオキシリボースよりもRNAのリボースの方が合成しやすい。

- (7) DNAの生合成には短鎖のRNAプライマーが必要である。他方、RNAの生合成はプライマーなしで行われる(RNAモノマーだけで合成が進む)。
- (8) ゲノムサイズが小さく単純な構造のウイルスはRNAを、逆にゲノムサイズが大きく、より複雑で進化したウイルスはDNAを遺伝情報体として使っている。
- (9) RNAウイルスの逆転写酵素は、RNAからDNAへの移行期の痕跡を残している分子化石かもしれない。逆転写酵素は、図1のセントラルドグマの情報の流れとは逆に、RNAを鋳型にしてDNAを合成できるからである。
- (10) マイクロRNAが遺伝子発現を制御している。
- (11) 「“エネルギー保存および利用に関与するヌクレオチドであるATP”は、炎症の際は、シグナル伝達物質として働く」など、RNA成分は、現在でも種々の重要な生体機能を担っている。

最後に、(3)で述べたように、図1の遺伝情報の流れの「RNAスプライシング」や「翻訳」などの、生体内で最も重要な反応を触媒しているのは、現在でも、最古の“RNA酵素リボザイム”であることを再度強調して、このセクションを終える(図5)。

キーポイントを押さえると簡単に描ける核酸(塩基)の化学構造

図2の核酸塩基の特徴を理解すると、比較的簡単に化学構造が描けるようになるので、高校で化学を学んだ読者には是非トライしてほしい。「最小限の暗記個所は太字」で示す。太字以外の説明は、核酸の特性として理解に努めてほしい。

A. まずは、A, U, G, Cの化学構造を最小限の暗記で書けるようにする。

ポイント1: 原始地球において、初期の生体材料は $H-C\equiv N$ (シアン化水素)の重合でできたと考えられている。慣習的に“青酸(せいさん)”と呼ばれているシアン化水素(HCN)は、放電などによりメタン-窒素系から容易に生成され、宇宙の至る所に存在している。濃い水溶液では、HCNは自然界の触媒作用で重合して、「アミノ酸」や「核酸」の前駆体を生成できることから、「生命の起源において重要な役割を果たした」と考えられている。すると、「HCN・HCNの重合で、NとNの間には一個のCが入る」ことになる。つまり、核酸塩基を描くときに、NとNの間に、必ず一個のCを入れる。

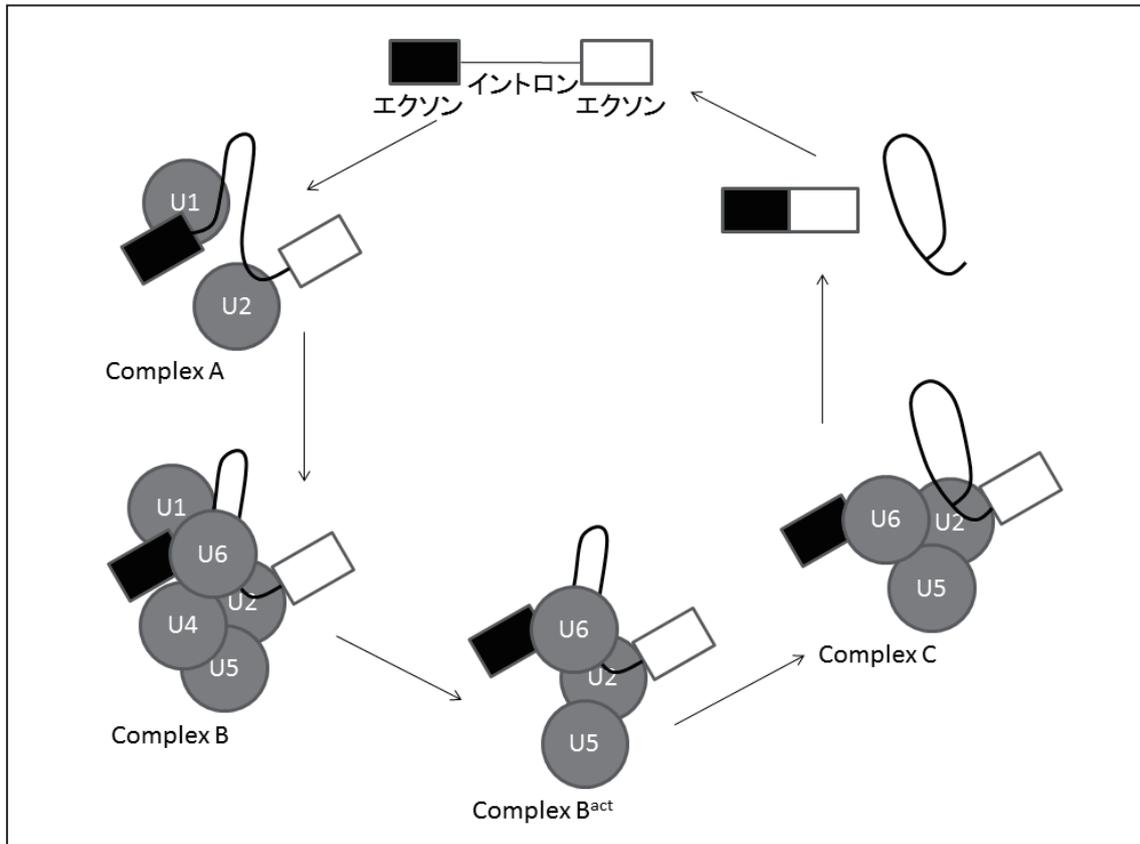
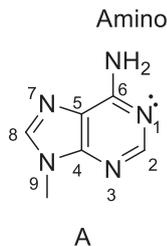


図5. イントロンの取り除き(スプライシング)を触媒する“RNA酵素リボザイム”

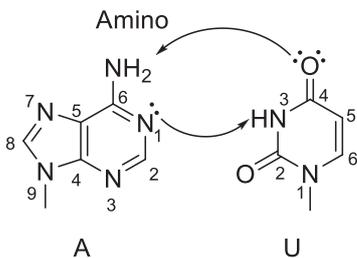
ポイント2: DNAの二重らせんは、同じ幅を保つために、必ず、大きな環 (AとG) と小さな環 (TとC) が対になっている。もちろん、RNAの場合は、図3で説明したように、TではなくてUが使われている。

ポイント3: AとGは大きな環(プリン環)で、UとCは小さな環(ピリミジン環)であり、「A」の一番上の置換基が「Amino」基である」ことを「暗記」する。核酸の構造を書き始めるときは、アルファベットの一文字の「A」から書き始める。



大きなプリン環は、「5員環」と「6員環」の2つの環で構成されていて、両環とも2つのNを含んでいる。Nを下に置き(3位と9位に置き)、NとNの間には1つのCが入ることを忘れないで描く(HCN・HCNの重合)。「5員環」の下のN(9位のN)がリボース(糖)につながっている。ピリミジン環(UやTとC)は「6員環」で、ここでも下のNがリボース(糖)につながっている。この結合は「グリコシド結合」と呼ばれ、下線(|)で示されている。

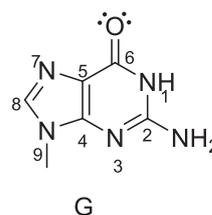
ポイント4: 塩基対は水素結合で形成されるので、プロトン(H)のドナー(アミノ基)の受け入れに(アクセプターとして)、ケト基(C=O)を置換基として準備する。すると、AとペアをつくるUの一番上(4位)には、必然的にケト基(C=O)がくる。



「6員環(ピリミジン環)」では、NとNの間のC(2位)がケト基(C=O)になることを暗記する。すると、Uの「6員環」には、2個のケト基(C=O)が存在することになる。「Cは4本の結合手を持ち、Nは3本の結合手をもつ」という高校の化学を思い出して、必要な結合手にHをつけると、上記のAとUの化学構造になる(但し、環内のCに付いているHは略されることが慣例)。矢印で示しているように、AとUの塩基対では、2個の「水素結合」ができる。ここで、「:」は

非共有電子対(電子雲)を表しており、負の電子雲に正のプロトン(H)が引きつけられて、「水素結合」を形成する。電子雲がプロトン(H)を引き付ける様子(水素結合)を示した「矢印の向き」の重要性については後述する。

ポイント5: 遺伝情報を正確に伝えるためには、G:C対とA:U対で、水素結合の向きが逆でないといけない。当然、G:C対とA:U対を区別するには、ドナー(アミノ基)とアクセプター(C=O)の位置関係が逆になる。つまり、「ポイント3」で、Aの一番上に「ドナー(アミノ基)」が付いていたので、Gでは、逆に、「アクセプター(C=O)」が付く。



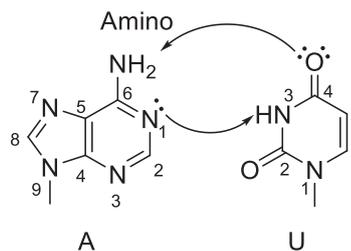
ポイント6: G:C対とA:U対を形成するときに、「対称性の良い」6員環同士で水素結合するので、塩基とリボースをつなぐときは、大きな環(AとG)が動きやすいように、糖(リボース)との結合(グリコシド結合)には5員環の下部のNが使われる(ポイント3のAの場合と同じ)。各環にNが2個あり、NとNの間にCが入ることを思い出しながら、各環のNを下に置くと、全ての環の骨格が描ける。

ポイント7: 炭素(C)の結合手が4本であり、窒素(N)の結合手が3本であることを念頭に置き、必要な箇所(N)にHを付ける。グリコシド結合(N-C結合)のところは、忘れずに下線(|)を引いておくと、Hを付け間違わない。

ポイント8: A:U塩基対では2個の水素結合、G:C塩基対では3個の水素結合が形成されることを暗記する。

B. ここまで理解できると、

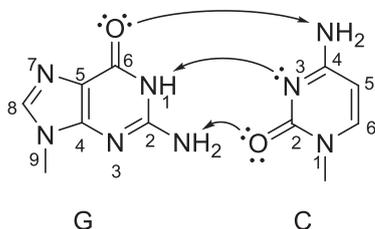
ポイント9: 繰り返しだが、大きなAの環の官能基(6位)がAmino基なので、対を成す小さなU環の官能基(C=O)が対応する箇所(4位)に導入できる。



ポイント10: Aとの水素結合および、「炭素(C)の結合手が4本であり、窒素(N)の結合手が3本であること」を念頭に置くと、UのN(3位)にHを付ける必要性が出てくる。また、2位にケト基(C=O)を導入しないと、環の芳香族性が保てない。

ポイント11: A:U塩基対で2本の水素結合が形成されたことを確認する。

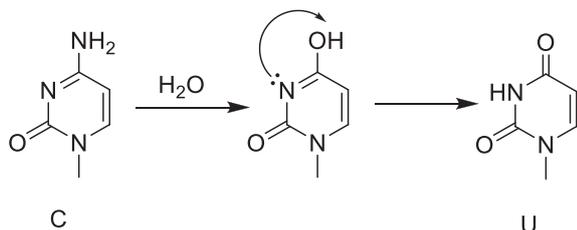
ポイント12: G:C塩基対を描くときには、ドナー(アミノ基)とアクセプター(C=O)の位置が“A:U塩基対と逆”になることを思い出し(ポイント5)、また、G:C塩基対では3本の水素結合が形成されることを記憶していると(ポイント7)、Gの2位にアミノ基を導入する必要性が出てくる。



これで、比較的簡単にA, U, G, Cの化学構造が描けるようになったはずである。何度か練習すると、これまで“一見複雑そうにみえた”塩基の構造が簡単に描けるようになる。

また、「G:C対とA:U対では水素結合(矢印)の向きが完璧に逆なので、(間違った組み合わせを避けることができ)遺伝情報が正確に保たれること」も再確認できる。

このセクションの最後に、ある頻度でCの脱アミノ化(加水分解)が起こる反応を描いておく。



結論

進化の過程で、遺伝情報を安定に保存する必要に迫られたとき(DNAの出現時)に、水素結合機能を妨げない箇所(5位)にメチル基が導入されて、チミン(T)が誕生した(図3)。私たちの体内では、Cの脱アミノ化(加水分解)が起きてUが生成されると、修復酵素の作用で、DNA上からUが取り除かれて、修復される(鋳型のGが残っているので、元のCが復元される)。これで、膨大なエネルギーを使ってまでUにメチル基を導入し、「DNAの核酸塩基がA, T, G, Cで構成されるようになった」理由が理解できたと思う。

文献

- Bonnal, S. and Valcárcel, J. (2013): RNAatomy of the Spliceosome's heart. *EMBO J.* **32**, 2785-2787.
- Bowler, M.W., Cliff, M.J., Waltho, J.P. and Blackburn, G.M. (2010): Why did nature select phosphate for its dominant roles in biology? *New J. Chem.* **34**, 784-794.
- Erb, T.J., Kiefer, P., Hattendorf, B. et al. (2012): A GFAJ-1 is an arsenate-resistant, phosphate-dependent organism. *Science* **337**, 467-470.
- Galej, W.P., Wilkinson, M.E., Fica, S.M. et al. (2016): Cryo-EM structure of the spliceosome immediately after branching. *Nature* **537**, 197-201.
- Taira, K. and Benkovic, S.J. (1988): Evaluation of the importance of hydrophobic interactions in drug binding to dihydrofolate reductase. *J. Med. Chem.* **31**, 129-137.
- Tonegawa, S. (1983): Somatic generation of antibody diversity. *Nature* **302**, 575-581.
- Wolfe-Simon, F., Blum, J.S., Kulp, T.R. et al. (2010): A bacterium that can grow by using arsenic instead of phosphorus. *Science* **332**, 1163-1166.

Structure of Nucleic Acids: Why DNA uses T whereas RNA uses U?

Yasuhiro FUTAMURA^{*1} and Kazunari TAIRA^{*2}

*1 School of Education, Tokyo University and Graduate School of Social Welfare (Ikebukuro Campus),
2-47-8 Minami-ikebukuro, Toshima-ku, Tokyo 171-0022, Japan

*2 School of Psychology, Tokyo University and Graduate School of Social Welfare (Oji Campus),
2-1-11 Horifune, Kita-ku, Tokyo 114-0004, Japan

Abstract : The role of RNA has been upgraded from being a “minor player” in the flow of genetic information to being one of the “central players” in the living organisms, after the discoveries of its novel functions like ribozyme- and microRNA-activities. RNA consists of (A, U), (G, C) Watson-Crick base pairings, whereas DNA consists of (A, T), (G, C) counterparts, the difference being U’s chemical derivative T has been adapted to DNA. This difference has been described in all textbooks of biology and medicine. However, the evolutionary importance of U to T change has been overlooked. Here we shed light on the importance of U to T change, by reviewing basic structural differences between DNA and RNA. Moreover, we will point out easy way to draw chemical structures of nucleic acids.

(Reprint request should be sent to Kazunari Taira)

Key words : DNA, RNA, Genes, Flow of genetic information, Structure of nucleic acids

児童対象のサマーキャンプにおける一学生としての参加体験報告

奥村 咲

東京福祉大学 社会福祉学部(伊勢崎キャンパス)
〒372-0831 伊勢崎市山王町2020-1
(2016年8月31日受付、2016年10月13日受理)

抄録: 本稿は、2015年8月、茨城県八千代町が実施した小学校6年生を対象に実施されたサマーキャンプ『愛らんど八千代・北海道』に大学生ボランティアとして参加した際の気づきをまとめたものである。サマーキャンプは7泊8日の日程で、北海道日高町と美瑛町を中心に、野外炊飯、川下り、星空観察、十勝岳登山、牧場体験、パークゴルフ等の活動で構成されていた。サマーキャンプは、自然環境の中での集団生活を通して、自然を大切に人間関係を構築することに有効であると思われた。また、活動、興味、行動において男女差がみられ、事前研修と本研修プログラムの構成については、サマーキャンプの目的と意義の理解を深め、より高い成果が得られるよう考慮する必要がある。(別刷請求先: 奥村 咲)

キーワード: サマーキャンプ、北海道、子どもの活動状況、指導体験

緒言

成長における自然体験の重要なことは、世界各地で古くから注目され、様々な形で実施されてきた。特に、スウェーデンの幼児教育の最大の特徴は、就学前に読み書きができることより、自然豊かな森の中でたくさん遊ぶことが大切であると考えられていることであり、「森のムッレ教室」と呼ばれるカリキュラムを実施している。

「森のムッレ教室」は1957年、子どもと一緒に森で散歩していた一人の親が、『ムッレ』という架空の森の妖精を通じて、森の中で子どもが自然の大切さを学んでいく」というアイデアを思いつき、一つの物語にまとめたことを出発点としている。現在は、スウェーデンの野外活動推進協会がムッレの物語をベースにした幼児療育を取り入れ、地域の自然環境に合致した様々な形となって広まっている(日本野外生活推進協会, 2016)。

「森のムッレ教室」の基本形は、5～6歳の幼児8～12人とリーダーの大人2人を1グループとして、週末のボランティア教室では2～2.5時間、時には終日のスケジュールで実施され、半年に及ぶ活動期間中、ごく希に『ムッレ』に扮装した大人が森の中から登場して、森での遊び方や自然の大切さを教えている。しかし、「森のムッレ教室」は独立した活動ではない。1～2歳では、森で安心して過ごせることを体験するために森の中での散歩から始まり、3～4歳では森での活動を通して自然への興味を引き出し、5～6歳の

「森のムッレ教室」への参加に進む。さらに、小学校に入ると、森での活動を通して自然環境と人間社会との関係について理解し、一人一人が意見を持って行動していくことにつなげていく。

スウェーデンで始まった「森のムッレ教室」は、ヨーロッパ諸国、特にドイツで広く実施され(木戸, 2010)、わが国でも関心が高まっている(杉山, 2013)。

子ども時代に自然体験があると、道徳観・正義感が高く、勉学意欲が高まるとの報告がある(国立青少年教育振興機構, 2011)。また、学校教育法第31条は、①自然や地域社会と深く関わる機会の減少、②集団活動の不足、③物事を探索し、吟味する機会の減少、④地域や家庭の教育力の低下を挙げ、これらの課題解決における長期宿泊体験の意義について、①集団生活の中で協調性・自律性を育む、②「知」を総合化し、課題発見能力や問題解決能力を高める、③学びの意欲を促進する、④幅広い年齢層との多様な交流の機会を得る、の4つを指摘している。

これら集団による自然体験は、「脳のモジュール仮説」(小林, 2015)に基づく脳機能の発達とも一致している。すなわち、現生人類(ホモ サピエンス サピエンス)の脳は、その前提的プログラムとして、対生物専用モジュール(動物や植物の習性や生態を推察したり理解したりする働きをもつ)、対物理専用モジュール(物体の空間的配置、動き、変化を推察したり理解したりする働きをもつ)、対人専用モジュール(他人の表情や動作、言葉などから、その人の

感情や心理を推察したり理解したりする働きをもつ)の主要な3つのモジュールを持っていると考えられている。そして、自然体験を通して人間関係を構築していくことで、成長後に人間的な社会生活が営まれるという。

文部科学省(2008)によれば、体験活動とは、文字どおり、自分の身体を通して実際に経験する活動のことであり、子どもたちがいわば身体全体で対象に働きかけ、関わっていく活動のこととされている。この中には、対象となる実物に実際に関わっていく「直接体験」のほか、インターネットやテレビ等を介して感覚的に学びとる「間接体験」、シミュレーションや模型等を通じて模擬的に学ぶ「擬似体験」があると考えられる。最近ではIT機器の普及で「間接体験」や「擬似体験」の機会が圧倒的に多くなっており、実体験に基づかない知識の集積が、子どもたちの成長にとって負の影響を及ぼしていることが懸念されている。今後の教育において重視されなければならないのは、ヒト・モノや実社会に実際に触れ、関わり合う「直接体験」である。すなわち、文部科学省が目標とする体験活動とは、自然教室や臨海学校のように、それ自体、目標や指導計画、指導体制、全体の評価計画などを持つまとまりのある教育活動を意味するといえる。

体験活動は、豊かな人間性、自己学習力や思考力などの生きる力の基盤、子どもの成長の糧としての役割が期待されている。つまり、思考や実践の出発点あるいは基盤として、思考や知識を働かせて実践し、よりよい生活を創り出していくために体験が必要であるとされている。具体的には、以下のような点において効果があると考えられている(文部科学省, 2008)。

- ①現実の世界や生活などへの興味・関心、意欲の向上
- ②問題発見や問題解決能力の育成
- ③思考や理解の基盤づくり
- ④教科等の「知」の総合化と実践化
- ⑤自己との出会いと成就感や自尊感情の獲得
- ⑥社会性や共に生きる力の育成
- ⑦豊かな人間性や価値観の形成
- ⑧基礎的な体力や心身の健康の保持増進

つまり、子どもたちに「生きる力」を育むためには、自然や社会の現実に触れる実際の体験が必要であるということである。子どもたちは、具体的な体験や事物との関わりをよりどころとして、感動したり、驚いたりしながら、「なぜ、どうして」と考えを深める中で、実際の生活や社会、自然の在り方を学んでいく。そして、そこで得た知識や考え方を基に、実生活の様々な課題に取り組むことを通じて、自らを高め、よりよい生活を創り出していくことができるのである。人が生きていくうえで重要な互換と思考

に関係するとされている3つの脳内の処理モジュール「対生物専用モジュール」「対物理専用モジュール」「対人専用モジュール」(小林, 2015)の向上をもたらすことが期待される。

著者は2015年8月、茨城県八千代町主催の小学6年生を対象にしたサマーキャンプ『愛らんど八千代・北海道』に大学生ボランティアとして参加し、子どもたちを誘導したり、集団生活を送る上でのマナー指導等を行った。本稿は、本サマーキャンプに一学生として参加した経験をまとめたものである。

愛らんど八千代・北海道の概要

サマーキャンプの目的

『愛らんど八千代・北海道』は、茨城県八千穂町教育委員会の主催で行われ、北海道の大自然の中で、以下の7つの誓いのもと、町内の異なる小学校の子どもたちとの共同生活、様々な体験活動を通して、自立心・強い意志・他人を思いやる心など、青少年期に育む豊かな心を身につけること、親元を離れて、様々な人々と触れ合いながら体験活動を行うことで、家族や仲間の大切さ、基本的な人間関係を学ぶことを目的としている。

1. 集団行動を心がけ、1人では行動しないこと(危険な行動はしないこと)
2. 規則正しい生活をして、自分の体調は自分で管理すること
3. ルールやマナーは守ること
4. 同じ班になった友達と協力し、他の学校の友達をたくさん作ること
5. 苦手なことにも積極的に挑戦し、自分のことは自分ですること
6. 困っている仲間を助け、思いやりの心を持つこと
7. 北海道の自然の美しさを体験すること

期間・参加者

『愛らんど八千代・北海道』は、2015年7月19日(日)～26日(日)の7泊8日で実施された。なお、本研修に先立って、6月20日(土)には、八千代町中央公民館において結団式・事前研修があり、事前説明・仲間づくりが行われた。

表1は参加者内訳で、八千代町内の5小学校に在籍する6年生42人(男子15人、女子27人)、および引率者7人(八千代町教育委員会5人、大学生ボランティア2人)であった。

著者は大学生ボランティアとして参加し、引率補助を主任務に子どもたちを誘導したり、集団生活を送る上でのマナー指導等を行った。

表1. 『愛らんど八千代・北海道』の参加者

	男性	女性	合計
小学6年生	15人	27人	42人
八千代町教育委員会	4人	1人	5人
大学生ボランティア	0人	2人	2人
合計	19人	30人	49人

実施場所・活動内容

『愛らんど八千代・北海道』は、国立日高青少年自然の家（北海道沙流郡日高町）および国立大雪青少年自然の家（北海道上川郡美瑛町）を活動拠点に行われた。

表2には本研修の日程および活動プログラムを、表3には研修中の標準生活時間を示した。

具体的には、①野外炊飯、②川遊び・川下り、③ラベンダー園観察、④牧場体験・動物との触れ合い、⑤キャラメル作り、⑥登山、⑦自然散策などがあつた。

サマーキャンプ参加目的と記録

学生としての参加目的

著者は東京福祉大学 社会福祉学部 保育児童学科に在籍し、将来は子ども教育の分野に携わろうとしている。教室内では子ども達の行動に対する制限が比較的強い。その一方において、野外活動の中での行動には、子ども達の内面がそのまま出る可能性があると考えている。そこで、サマーキャンプにおける子ども達が野外活動の中での行動を実際に観察して評価し、この経験を通して指導者としての技量を高め、将来の活動に役立てることを目的とした。

表2. 『愛らんど八千代・北海道』の日程および活動プログラム

期日	活動			
	午前	午後	夜	宿泊
7月19日(日)		出発式 12:30 出発 13:00 仙台港到着	フェリー乗船 19:00 フェリー出航 19:40	フェリー船中
7月20日(月)	苫小牧港着 11:00	日高青少年自然の家入所	全体ミーティング	日高
7月21日(火)	自然散策、野外炊飯	沙流川下り	家族への手紙	日高
7月22日(水)	日高青少年自然の家退所 バス移動・学習 (富良野・美瑛方面)	ラベンダー園見学 トロッコ列車乗車 大雪青少年自然の家入所	星座観察	大雪
7月23日(木)	十勝岳登山	十勝岳登山	レクリエーション	大雪
7月24日(金)	牧場体験	パークゴルフ	キャンプファイヤー	大雪
7月25日(土)	大雪青少年自然の家退所 バス移動・学習	旭山動物園見学など 苫小牧港到着	フェリー乗船 18:00 フェリー出航 19:00	フェリー船中
7月26日(日)	仙台港到着 10:00	八千代町到着 16:30 解散式 17:00		

表3. 『愛らんど八千代・北海道』の標準生活時間

6:30	7:15	7:30	9:00	12:00	13:30	17:00	17:20	19:00	22:00	22:30
起床・清掃	さわやかタイム 朝のつどい	朝食	活動	昼食	活動	ゆーすびあタイム 夕べのつどい	夕食	入浴・活動	就寝準備	消灯

活動の記録と評価

著者の研修ノートに記した文面から、子どもの行動に関する語句を抜きだし、「遊び」、「人間関係」、「興味」、「集団行動」、「作業」、「会話」、「自然との関わり方」の7種類に分類して評価した。

個人情報の保護

6月20日実施の事前研修において自己紹介をするとき、参加者の行動を個人名は伏せて記録すること、およびそのまとめを発表する機会があることを話した。これらの点については、事前に主催者の承諾を得た。

結果

活動の全般的状況

表4は、各種活動の中で観察された、特に印象深かった行動の概略を示したものである。

活動の男女差

日常生活の中での行動に比較的顕著な男女差があるので、自然体験活動においても違いがあると思い、今後のプログラム編成に役立つと思い、特に注意深く観察した。

表5は、子どもたちの行動について研修ノートに記載された内容から、男女差について抜き出してまとめたものである。

遊び

男子は動系の遊びを中心として、将棋、ジェンガ、木のブランコやシーソー、石投げなどをして遊ぶことが多かった。川遊びでは小さい石から大きな石まで川に投げるなど、力を要する作業が得意であるようにみえた。

一方、女子は静系の遊びを中心として、トランプやお絵かき、会話などを楽しんでいた。

人間関係

男子は男女関係なく仲が良く、女子は男子と仲が良い子もいれば、あまり積極的に男子とは関わらずに女子だけと関わっている子もいた。周囲の子どもと馴染めない子どもは、研修の最後まで周囲とトラブルがあった。

興味

男子は遊びや食べ物に対して興味を抱いたり、自然の生き物や目の前の事象に対し興味を抱いたりした。しかし、バス移動中、外の景色を見ずに、スマホによるゲームをし

表4. 各種活動中にみられた行動

種類	行動の概略
野外炊飯	<ul style="list-style-type: none"> ●グループ毎にバーベキューを行った。 ●野外炊飯を行う中で友達と協力する場面が多々あった。 ●特に火おこしは簡単なものではなく、試行錯誤しながら火をつけることを努力していた。 ●出来上がった料理を、子ども全員が美味しそうに食べていた。 ●後片付けも協力して行っていた。
川遊び・川下り	<ul style="list-style-type: none"> ●石投げをする子どもが多く、「水切り」ではただ投げるだけでなく、石投げに適した形の石を探し、どのような角度で投げたら一番飛ぶのか自分で考える姿勢がみられた。 ●川下りでは、ライフジャケットを着てボード乗りや水浴びを行った。 ●初めての体験で、初めは水の冷たさに驚いていたが次第に水に慣れ、水との触れ合いを楽しんでいた。
ラベンダー園観察	<ul style="list-style-type: none"> ●ラベンダー畑の広さに感動し、花の臭いを嗅いだり、触れたりしていた。 ●実際は花よりも、売店で売っていたアイスクリームの方に、興味強い感じがした。
牧場体験	<ul style="list-style-type: none"> ●動物との触れ合いでは男女とも強い興味を示した。 ●乳搾りやウサギを抱くなど、動物に直接触れることで、生き物の温かみを体験したようである。
キャラメル作り	<ul style="list-style-type: none"> ●グループで、牛乳と砂糖を混ぜて加熱し、キャラメルを作った。 ●各工程で役割分担がしっかりしており、色の変化とよい香りを楽しみ、出来上がったキャラメルを味わっていた。 ●普段何気なく食べていたキャラメルがどのように出来るのか、興味深かったようである。
登山	<ul style="list-style-type: none"> ●十勝岳登山では、あいにくの悪天候のため頂上には行かず、途中で引き返した。 ●往復の道程は約5時間で、歩くペースは個人で差があったが、お互いに励ましあう姿がみられた。
自然散策	<ul style="list-style-type: none"> ●遊歩道にある草木に触れたり臭いを嗅いだりと、五感を使って自然を体験する姿がみられた。

ている子がいた。

一方、女子は恋愛に関して興味津々であり、会話の中心の大部分は恋愛の話であった。他にも、女子は自分よりも年下の子どもに対してお姉さんのような振る舞いをしていった。

集団行動

男子はゆったりと行動する子が多く、移動が遅い傾向にあった。また、集団としては1人または2,3人という少人数でのグループで行動していた。

女子は、てきぱきとしている子が多く、移動もスムーズに行っていた。集団としては2~5,6人とグループの人数は様々であった。

表5. 『愛らんど八千代・北海道』の研修期間中に観察された行動の男女差

種類	男児	女児
遊び	<ul style="list-style-type: none"> ● 動的遊びが多い。 ● 遊びの発展が見られる。 ● 将棋・囲碁・トランプなどの遊びをする。 ● 身の回りにあるもので新しい遊びを作る。 ● ジェンガで家を作ったり、積み上げたりして遊ぶ。 ● 木のブランコや馬の椅子やシーソーで遊ぶ。 ● 川で石投げをする。初めは小さい石を投げ、徐々に大きい石を投げる。 ● トロッコ列車に乗車している外国人と会話をして楽しむ。 ● クイズ・なぞなぞ遊びが多い。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 静的遊びが多い。 ● 遊びの発展は顕著でない。 ● トランプやおしゃべりをする子が多い。 ● お絵かき・プロフィール帳の作成をする。 ● 木のブランコで遊ぶ。 ● 石投げをしたり、川の水を指につけて石に絵を描いたりして遊ぶ。
人間関係	<ul style="list-style-type: none"> ● 異年齢の子ども達と一緒に遊ぶ際に、低年齢の子が、自作のものを壊されたり(主にジェンガが倒された)、オセロの中身を出したりしても、お兄さんのような微笑ましい雰囲気、容認姿勢が見られる。 ● 男子全員で、同じ遊びをすることが多い。 ● 男女関係なく、誰とでも仲良くできる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● フェリーの中で、異年齢の子と一緒に遊ぶ際に、低年齢の子に、「かわいいー」と言って抱っこするなど、お姉さん、母親のような関わりが見られる。 ● トロッコ列車に乗車している外国人と会話をして楽しむ。 ● 何グループかに分かれて遊んでいる。 ● 男子との関わりは個人差が大きい。
興味	<ul style="list-style-type: none"> ● 動物との触れ合いを積極的に行う。 ● 虫が好き。 ● 異性に対する興味はそれほど強くない。キャンプ後半では、恋愛に対する興味が徐々に出てくる。 ● 遊びに対する興味は非常に強い。 ● 食べものへのこだわりが強い(同一食品を食べ続ける、複数種類のジュースを必ず混ぜる、何にでも七味唐辛子をかける、など) ● バス移動中、外の景色を見ずに、トランプで遊ぶ。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 動物との触れ合いを積極的に行う。 ● 恋愛に関して興味津々。 ● 低年齢の個に興味を示し、積極的に声掛けをする。 ● バス移動中、外の景色を見ずに、トランプで遊ぶ。
集団行動	<ul style="list-style-type: none"> ● 動作がゆったりとしている子が多く、移動が遅い。 ● 1人又は2,3人で行動する。 ● グループが固定化しにくい。 ● バーベキューでは火おこしや道具運びが中心。 	<ul style="list-style-type: none"> ● てきぱきと行動する子が多い。 ● 2~5人のグループで行動する。 ● グループが固定化しやすい。 ● バーベキューでは野菜切りが中心。
作業	<ul style="list-style-type: none"> ● 整理整頓が苦手(部屋が散らかっている)。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 整理整頓されている(部屋がきれい)。
会話	<ul style="list-style-type: none"> ● 身近なこと、直近なことに関する会話が多い。 ● 言葉掛けに対する返答は良好。 ● 自分に起こった出来事を報告したがる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 会話ではガールズトーク(恋バナシ、他人の悪口)が多い。 ● 言葉掛けに対する返答に時間を要する子がいる。 ● 指導者を占有しようとする言動が多い。
自然との関わり方	<ul style="list-style-type: none"> ● 動物や自然との関わりに積極的である。 ● 特に大型動物が好き。 ● 馬や虫を触ったり、ヤギに餌をあげたりする。 ● 自然にある草木に触れる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 動物や自然との関わりに積極的である。 ● 特に小動物が好き。 ● 馬やうさぎを触ったり、ヤギに餌をあげたりする。 ● 自然にある草木に触れる。

作業

男子は、野外炊飯の際は、積極的に火おこし、道具の準備や片付けの作業を行っていた。また、部屋は整理整頓されておらず、服や下着などの私物が散らかっていた。

女子は、野外炊飯では主に野菜を切るなどの作業を中心に、川遊びでは、川の水で石に絵を描くなど、細かい作業が得意であるようにみえた。また、部屋は整理整頓されていて常にきれいな状態が保たれていた。

会話

男子は身近なことについての会話をする子が多く、女子は恋バナシが会話の大部分を占めていた。全体的にみて、男女とも言葉の使いまわしや会話内容が大人びていた。

自然との関わり・関心

一般的に、男女ともに積極的に自然に関わっている様子が見受けられた。しかし、トロッコ列車乗車中はトランプ遊びに熱中している子どもが多く、景色に無関心であった。

考察

『愛らんど八千代・北海道』は茨城県八千代町教育委員会が主催する、町内6小学校の子ども代表を対象にしたサマーキャンプで、北海道の大自然の中で、異なった小学校の子どもたちとの共同生活、様々な体験活動を通して、自立心・強い意志・他人を思いやる心など、青少年期に育む豊かな心を身につけること、親元を離れて、様々な人々と触れ合いながら体験活動を行うことで、家族や仲間の大切さ、基本的な人間関係を学ぶことを目的としている。本研修は対象者が小学6年生で、また実施期間も1週間と短期間であった。しかし、自然の中での集団生活を通して人間関係を構築し、自主性を高めて、かつ自然を大切にする心を育むという学校教育法第31条の内容と、基本的な目的は同じと考えてよい。

『愛らんど八千代・北海道』では、7つの誓いが立てられていた。これらの内容は、文部科学省(2008)の体験活動の指針を準拠したものといえる。そこで、7つの誓いの達成状況を、宿泊学習上の心得と諸注意、活動毎の注意事項、長期宿泊についての確認事項・きまりの遵守から考察してみた。

1. 集団行動を心がけ、1人では行動しないこと(危険な行動はしないこと)

本研修のプログラムがほぼ完遂できたこと、大きなケガや事故がなかったことから、おおむね統制のとれた活動が

できていたものと考えられる。しかし、男子の一部は行動が遅れがちで、単独行動が目立つ子もいたことも事実であった。また、女子では、グループ編成の固定化や気の合った子同士での活動が増える、男子との交流が少ないなど、改善すべき問題点がいくつかあった。『愛らんど八千代・北海道』における集団行動の目的と意義を事前研修で明確にし、本研修で発揮するように必要があるように感じられた。

2. 規則正しい生活をして、自分の体調は自分で管理すること

研修期間中に大きな病気がなかったことから、体調管理はほぼ満足できる結果と言える。一方、生活については、男子において整理整頓が苦手な部屋が散らかっていたなどが目立った。日常生活がそのまま持ち込まれた可能性があり、指導の必要性が感じられた。

3. ルールやマナーは守ること

研修のルールやマナーはほぼ守られていたと言える。しかし、女子における会話の中に、ガールズトーク(恋バナシ、他人の悪口など)があり、特に、集団の結び付けを崩壊させる有力な要因である他人の悪口があったことは残念である。悪口の原因と対応について、当事者と指導者の話し合いを行い、問題を解決していく必要性を感じた。

4. 同じ班になった友達と協力し、他の学校の友達をたくさん作ること

同一班内での協働作業はうまくいっていた。バーベキューでは男女でそれなりの役割分担がなされていたことも、協力関係はできていたと思われる。

また、少年自然の家では、他団体の接触があり、低年齢の子どもへの対応も、6年生としての自覚があったように感じられた。また、日数を重ねるうちに子どもたち同士の仲が深まっていく様子が伺えた。

5. 苦手なことにも積極的に挑戦し、自分のことは自分ですること

研修プログラムは多岐にわたっていたが、子どもは興味を持って取り組んでいた。特に、野外炊飯では各自の役割を十分こなしていた。また、自分たちで洗濯を行ったり、活動ごとの準備や後片付けを積極的に行っていた。

6. 困っている仲間を助け、思いやりの心を持つこと

思いやりの心が感じられたのは十勝岳登山で、お互いに励まし合って悪天候のため頂上までは到達できなかった

が、5時間の行程を歩いていた。

異年齢の子どもとの遊びでは、低年齢の子どもに対する優しさが感じられた。

7. 北海道の自然の美しさを体験すること

サマーキャンプに参加した子どもは、自宅のある茨城県とは違った、北海道の雄大さを感じたようである。フェリーの甲板に出て海を見たり、川下りでは、川水を体全身で体感したりしていた。

しかし、トロッコ列車乗車中に外の景色に関心を示さず、トランプを行う子どもがかなりいたことも確かであり、自然を満喫しようとする姿勢の向上が望まれる。そのためには、子どもたちに何をその活動から学んで欲しいのか、経験して欲しいのかをきちんと活動ごとに狙いを定める必要があると感じた。

以上の点をまとめると、今回、著者が大学生ボランティアとして参加した『愛らんど八千代・北海道』は、学校教育法第31条に記述されている集団による長期自然体験の目的と意義を、基本的には満足しているといえる。

野外体験教室はスウェーデンで始まった「森のムレッツ教室」が有名であり、それをベースして発展させた様々な野外体験教室が世界的規模で実施されている（日本野外生活推進協会, 2016）。今回、著者が学生として参加した『愛らんど八千代・北海道』も基本的には「森のムレッツ教室」と同じ流れがあり、自然を大切に作る心の醸成に寄与していると考えられる。ただし、本研修の参加者は小学6年生に限定されており、参加者の多様性が高いとはいえなかった。自治体（茨城県八千代町）単独での取り組みでは参加する子どものキャパシティーに限界があって難しいだろうが、人間関係の構築を考えると、異年齢の子どもを含めた宿泊研修の方が望ましいと思われた。さらに、行動や興味に男女差がみられることから、男女に共通して、より高い成果が得られる研修プログラムの構成も考慮するとよいと思った。また、プログラムの多くは既に決められたもので、子どもたちが自主的に企画する内容はなかったことから、研修プログラムの中に子どもたちが企画した活動できる時間があるとよかったのかもしれない。子どもたちは、研修中に「自由時間はある?」といった発言をする場面が多々あり、このことから子どもたちが、自分たちがやりたいことを自主的に企画することで、自然体験活動がさらに充実したものになるのではないかと思った。加えて、行動や興味関心の男女差を把握することで

子どもたちにどんなことを身に付けて欲しいかをより明確化され、子どもたちが自然を身近に感じられるような活動をより効果的に行うことが出来ると感じた。

最後に、子どもが自然の体験とゲームのどちらに強い興味を持っているのかも考えさせられた。初めて見る北海道でありながら、移り変わる景色より遊びを選んだ子どもがいたことは大きな反省点である。『愛らんど八千代・北海道』の目的と意義がどこにあるのか、本研修の前に子どもたちに十分理解してもらい指導が必要であると思った。

結論

2015年8月、北海道で実施された、茨城県八千代町教育委員会主催のサマーキャンプ『愛らんど八千代・北海道』に大学生ボランティアとして参加し、その成果と課題をまとめた。

『愛らんど八千代・北海道』は、学校教育法第31条が掲げる集団による長期宿泊体験の4つの意義、①集団生活の中で協調性・自律性を育む、②「知」を総合化し、課題発見能力や問題解決能力を高める、③学びの意欲を促進する、④幅広い年齢層との多様な交流の機会を得る、をほぼ満足していた。しかし、男女に共通して、より高い成果が得られる研修プログラムの構成、子どもが自然体験に強い興味を持つよう促すことが大切と感じられた。

文献

- 木戸啓絵 (2010) : 現代の幼児教育から見たドイツの森の幼稚園. 青山学院大学教育人間科学部紀要 **1**, 69-85.
- 小林朋道 (2015) : ヒトの脳にはクセがある: 動物行動学的人間論. 新潮選書, 東京.
- 国立青少年教育振興機構 (2011) : 「子どもの体験・活動の実態」に関する調査研究 (平成22年度調査).
http://www.niye.go.jp/kenkyu_houkoku/contents/detail/i/62/ (2016年8月10日検索)
- 文部科学省 (2008) : 体験活動事例集 ー体験のスズメー 1.1. 体験活動の教育学的意義.
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/seitoshidou/04121502/055/003.htm (2016年8月10日検索)
- 日本野外活動推進協会 (2016) : 森のムレ教室とは.
<http://mulle.sakura.ne.jp/mulle> (2016年8月10日検索)
- 杉山浩之 (2013) : 「森のようちえん」の理念と研究課題. 広島文教女子大学紀要 **48**, 13-27.

A Report of Experience as a Student Volunteer in the Summer Camp for Children

Saki OKUMURA

School of Social Welfare, Tokyo University of Social Welfare (Isesaki Campus),
2020-1 San'o-cho, Isesaki-city, Gunma 372-0831, Japan

Abstract : In this report, I evaluate the results and issues of summer camp “Airando Yachiyo-Hokkaido” held for 6 grade students of Yachiyo-town, Ibaraki in August, 2016. The camp of 7 days was carried out in Hidaka-town and Biei-town, Hokkaido, and was consisted of field cooking, boating on the river, star watching, climbing, visiting ranch and zoo, park golf, et al. Through the activities of summer camp, the students could recognize the importance of nature and partnership, although there were differences in the behaviors and the objects of interest between male and female students. It is also considered that some arrangement of the program is required to bring more effective outcome.

(Reprint request should be sent to Saki Okumura)

Key words : Summer camp, Hokkaido, Activity of children, Experience as a Leader

編集後記

東京福祉大学・大学院紀要7巻1号を上梓いたします。

私が心理学の研究者を目指し始めた修士の院生の頃、指導教員にこんなことを言われたのを思い出します。「僕が学生の頃は、今のような統計ソフトはなかったし、一つの分析をするのに大型の計算機をもっている大学に借りなければならなかったから、かなり時間もかかった。論文だってワードなんてなかったから手書きだったし、一文字間違えて書き直すとなれば、ページがずれていくのに涙したものだ。それに論文を探すのも、今はインターネットでキーワードを入れれば、すぐに見つかるよね。こんなにも研究をスピーディーにできそうな時代なのに、結局一人が論文を出せる数はあまり変わらないね。」

論文が掲載されるまでの過程をみていると、まず、研究者が仮説を組みあげ、実証し、執筆し、論文を投稿する。さらにそこから査読のコメントをもらい、また頭をひねり、修正していく。この過程は、論文を書き上げていく研究者、また良い査読者に出会えることにかかっていると思います。こうした双方向の学術的やりとりが、よい論文を生み、社会に貢献する知見を見出していくのだと実感します。だからこそ、一人が論文を出せるまでの時間は短縮できるものではないのだと感じています。今後も、本紀要がより多くの方々成果を掲載できますことを願っております。

ご寄稿・ご投稿いただきました先生方をはじめ、査読の先生方、編集に際しご支援ご協力を頂きました皆さまに感謝申し上げます。次号もよろしくお願い申し上げます。

(2016年10月 学会誌等編集専門部会員 池田 琴恵)

東京福祉大学・大学院 学会誌等編集専門部会

部 会 長 澤口 彰子
副 部 会 長 栗原 久 (編集責任者)
部 員 先崎 章
平 仁
小野 智一
山口 敬雄
新井 雅人
宮坂 慎司
内藤 伊都子
池田 琴恵
須藤 武史 (事務担当)
古澤 和泉 (事務担当)

東京福祉大学・大学院紀要

第7巻 第1号

編 集 / 東京福祉大学・大学院 学会誌等編集専門部会

発行所 / 東京福祉大学

東京福祉大学短期大学部

編集部 / 〒372-0831 群馬県伊勢崎市山王町2020-1

TEL: 0270-20-3676 FAX: 0270-20-3696

2016年10月20日 印刷

E-mail: lib@ad.tokyo-fukushi.ac.jp

2016年10月25日 発行

印刷所 / 高山プレスシステムセンター株式会社