

# 教育研究創発国際研修における学術活動報告書

令和 2 年 6 月 30 日

氏名 竹内 皓紀

所属 身体教育学 コース

指導教員名 山本 義春 教授

1. 研究課題 新たな社会的ジェットラグ指標の開発およびIoTを用いた実践的介入への応用

2. 報告する学術活動の実施期間 令和 2 年 6 月 1 日 ~ 令和 2 年 6 月 3 日

3. 日本学術振興会特別研究員 (DC) の現在の採用状況 DC1 DC2 採用無し

## 4. 学術活動

国外 国内

①英語論文公表

②研究科教員の研究プロジェクト参加

③フィールドワーク

④国際会議 (研究発表 運営補助 出席のみ)

⑤研究会 (研究発表 運営補助 出席のみ)

⑥研究指導委託

⑦留学

⑧国際研修

⑨国際インターンシップ

⑩その他 (具体的に: )

## 5. 学術活動実施の概要

※上記4で選択した学術活動について具体的に記載してください。括弧内の概要を必ず記載してください。

- ① 英語論文公表  
(著者、発表論文名、掲載誌名等、発表年月巻号、発表年月日等、論文内容の概要)
- ② 研究科教員の研究プロジェクト参加  
(プロジェクト名、代表研究者名、自身の具体的な活動、活動期間(年月日)及び活動頻度、プロジェクトの概要)
- ③ フィールドワーク  
(調査先機関等、国名・都市名、具体的な活動、活動期間(年月日)及び活動頻度、調査先の概要)
- ④ 国際会議  
(研究発表・運営補助・出席のみ の別、学会・会議名、国名・都市名、発表題目名、発表形式(口頭・ポスター等)、発表年月日、発表内容等の概要)
- ⑤ 研究会  
(研究発表・運営補助・出席のみ の別、研究会名、国名・都市名、発表題目名、発表形式(口頭・ポスター等)、発表年月日、発表内容等の概要)
- ⑥ 研究指導委託  
(派遣先機関、国名・都市名、受入身分及び研究、研究テーマと受入教員、受入期間(年月日)、具体的な研究活動、研究発表内容等の概要)
- ⑦ 留学  
(派遣先機関、国名・都市名、受入身分及び研究科、受入期間(年月日)、具体的な履修状況、研究発表内容等の概要)
- ⑧ 国際研修  
(プログラム名、派遣先機関、国・都市名、派遣期間(年月日)、プログラム概要、研究発表内容等の概要)
- ⑨ 国際インターンシップ  
(プログラム名、派遣先機関、配属部署、国・都市名、派遣期間(年月日)、具体的な活動、プログラム内容等の概要)
- ⑩ その他(具体的な活動、活動期間(年月日)及び活動頻度等の概要)

学術活動区分 (①～⑩を記入)	④ 国際会議
<p>修士課程においては日常生活下での身体活動データから生体リズムに関連する統計量を推定する手法を提案し、その有用性についての検証を行った。当研究結果に関して、2020年6月1日～6月3日の期間で開催された Society for Research on Biological Rhythm (SRBR) にてポスター発表を行った(発表題目: "A novel method for estimating endogenous circadian rhythm using actigraphy data")。SRBRは生体リズム研究に携わる研究者・臨床医などによって組織される時間生物学および睡眠科学分野における国際会議の一つであり、隔年で開催されている。2020年度は COVID-19 感染拡大防止策として Zoom などのコミュニケーションソフトウェアを利用することで全プログラムを実施した。ポスターセッションによる研究発表に加えて、他の研究グループによって提案された内因的概日リズム推定法およびその利活用に関する発表に触れることで、自身の統計モデルの改善の糸口となるようなアイデアが得られた。さらに、学業成績や運動パフォーマンスなどといった教育学的な事象に対する睡眠や時間生物学的な影響に関する最新の知見や食事などの生体リズムに影響を及ぼす因子などに関する分子生物学分野における研究に触れることで教育学的・健康科学的な諸問題に対する時間生物学的要因の重要性を再認識するとともに自身の見聞を深めた。</p>	

- (注) ① 年月日は西暦で記入してください。  
 ② 英語論文発表については報告する学術活動において発表又は受理されたもの。  
 ③ 上記に記載しきれない場合は、ページを追加しても差し支えありません。  
 ④ 複数回の学術研究活動による報告の場合、適宜本ページを追加し、2つ目以降についても必要な内容を網羅してください。

## 6. 学術活動による成果

※報告する学術活動について、教育分野における国際的リーダー人材の育成とその研究成果を海外に発信することを目的とした教育研究創発国際研修の趣旨に照らし、その成果を具体的に記載してください。学術活動により得られた自身の研究課題につながる成果についてもわかるように記載してください。

※本欄に書ききれない場合、ページを追加しても差し支えありません。

### 【学術活動内容報告】

修士課程までに得られた研究成果を Virtual poster session にて発表を行った。今年度は COVID-19 感染拡大防止のため、オンライン・ミーティングの設定、あるいは音声ガイドのアップロードによってポスターセッションでの情報交流を試みていた。申請者はオンライン・ミーティングの設定を行い、発表内容に対する評価を得られるよう努めた。しかしながら、時差などによる各国ごとの生活時間の違いもあり、ポスターセッションを通じて研究成果に対する評価を得ることは難しかった（例えば日本の場合、発表者待機時刻は 4:00 a.m.~6:00 a.m. であり、日常生活との間に齟齬が生じるような時刻であったと言える）。実際のところ音声ガイドを選択する発表者も多くみられ、in-person での学術大会に比べるとポスターセッションでのディスカッションの頻度はやや少ない印象を受けた。こういった問題はオンライン学会の限界点の 1 つでもある一方で、発表者内容に対しても一層の配慮・工夫が求められると言え、今後の発表の際の課題として捉えている。しかしながら、他の研究グループの発表やシンポジウムを精力的に視聴することで今後の研究の糧となるような知見を十分に得ることができた。学術活動計画書においては、(1). IoT デバイスを用いた生体リズム推定法、(2). 日常生活下での位相変調因子、(3). 心身の諸機能と生体リズムとの関連、に焦点を当て、学会参加を通じて最新の研究動向を学ぶことを計画していた。以下において当会のポスターセッション・およびシンポジウムで報告されていた最新の研究について報告する。また撮影不可の資料を含んでいたことから報告内容に関する図表は割愛する。

#### (1). IoT 技術などのウェアラブルデバイスを用いた生体リズム推定法

IoT や ICT の普及・発展に伴い、日常生活下での行動ログ (e.g. 睡眠, 食事, 運動) や環境情報 (e.g. 照度, 室温) の継続的モニタリングが容易になりつつある。こういった技術の進歩は生活習慣病の予防や労働環境の改善への貢献は勿論のこと睡眠習慣を含めた生体リズムに対する行動学的・環境的要因の実態把握への期待がもたれている。近年においては光環境および睡眠習慣データを入力情報とした微分方程式形の数理モデルによる概日位相予測 (e.g. 深部体温などにおける 24 時間周期の変動予測) が盛んにおこなわれてきている (Stone et al., 2019; Woelders et al., 2015) 。本会においてもウェアラブルデバイスから得られた照度・睡眠データによる当該研究が複数発表されてきており、有用性に期待がもたれる報告がなされていた。例えば、Huang らの発表では AppleWatch® から得られた睡眠データを用いて予測精度を検証しており、誤差約 1 時間以内の精度で予測可能であることを報告していた。こういった知見は近年急速に普及しつつあるコンシューマーグレードの睡眠トラッカにおける新たな活用法を提案するものであると言え、ポピュレーションレベルでの生体リズムの把握を促すような基礎知見であると考えられる。Murray らの発表では睡眠覚醒相後退症候群 (DSWPD) 患者を対象に既存のモデルの予測精度の検証を行っており、睡眠障害患者における非侵襲的な生体リズム推定手法としての有用性を報告していた。また、これに加えて発表者らは位相予測問題を線形回帰モデルに帰着する手法も併せて提案しており、微分方程式を用いた予測と同様に有用な推定精度が得られることを報告していた。線形回帰モデルは R や Python などのデータ解析プログラミング言語のみならず Microsoft Excel® などの表計算ソフトでも実装が可能であることから、このような報告はより簡便な生体リズム予測への実現に対する重要な知見であると考えられる。

以上の研究報告は自身の今後の研究内容の 1 つであるモデルベースでの生体リズム実時間調整法の確立に関連するものであり、既存の予測モデルの実践例に関する見聞を深められたという意味において自身の研究を遂行する上での重要な成果の一つであると言える。

#### (2). 同調因子と生体リズム

光や食事、運動などは個々人の生体リズム位相に対する影響を及ぼす要因 (同調因子) として広く知られている。特に光刺激は中枢時計機能を司る視交叉上核に対する主たる入力刺激とみなされており、光環境の変化に応じて各器官が協調的にふるまうよう制御していると考えられている。一方で、身体各機能に内在する時計機能は末梢時計と呼ばれており、光刺激のみならず食事などの行動的な要因によっても強いリズム変調効果が認められることが知られている。本会においては食事と生体リズムとの関連性に焦点を当てた研究報告も多数見受けら

れた。例えば、Zierath らの研究グループでは摂食制御実験を用いて骨格筋細胞の代謝物質や時計遺伝子転写の概日リズムに対する摂食リズムの位相変調効果を検証した一連の研究結果の報告を行っていた。Zierath らは、食事時刻を統制した (条件 1: 8 時間に 1 度の食事, 条件 2: 15 時間に 1 度の食事) 実験環境下で骨格筋や血清中の代謝物の概日周期のリズムを評価し、条件 2 のような不規則的な摂食リズムによって骨格筋のアミノ酸や脂質などの代謝物質の生成リズムが失調することを報告していた。加えて、こういった代謝物質リズムの失調は末梢器官における遺伝子生成リズムに影響を及ぼし、糖尿病などの代謝系疾患の原因になることを示唆する研究報告も併せて行っており、不規則な食事が生活習慣病の原因になりうることを指摘していた。

以上のような報告から肥満・糖尿病などの生活習慣病の 1 次予防および治療においては睡眠や食事を含めた日常行動に対する指導・教育も効果的な処方であると考えられ、食事・運動などを含めた包括的な生活習慣制御アルゴリズムの開発も今後の検討課題の 1 つとして挙げられた。

### (3). 生体リズムの乱れがもたらす心身の諸機能への影響

先行研究においても学習・運動パフォーマンスに対する睡眠や生体リズムの個体差の影響に関する知見が多数報告されてきている。例えば、学童期においては夜型の生活習慣 (Kolomeichuk et al., 2016) や睡眠の乱れ (Dewald et al., 2010) は学業成績に負の影響をもたらすことがこれまで示唆されてきており、当該年代における生活リズムの調整・指導の重要性が指摘されてきていた。また、運動パフォーマンスにおいても睡眠不足による影響を受けることに加え、深部体温のリズムに追従するような形で日内変動が認められていることがこれまでの研究で示唆されてきている (Thun et al., 2015)。本会においても睡眠と学習行動との関連に焦点を当てた研究報告が行われていた。Estevan らの発表では大学生 97 名を対象に試験前日の睡眠時間と実際の試験の正当率との関連を調査しており、前日の睡眠時間が長い学生は短い学生に比べ、良好な正答率を示すことを報告していた。またこれに加え、実際に試験時刻を早朝から昼間に後退させることにより、学生の睡眠時間を十分に確保し、正答率が向上していく傾向がみられることを報告していた。以上の結果から、心身の健康および教育評価の双方の観点から試験時刻という社会的時間 (social clock) を調整することの重要性を指摘していた。本発表内容は個々人の日常的な学習時間など考慮すべき要因が未検討な部分も認められるものの、実際の教育現場に起こりうる事象を焦点に当て、学習活動における睡眠の重要性を指摘するものであったと言える。これに加えて、運動パフォーマンスに対する生体リズムの影響に関する報告もなされていた。Lok らの発表ではアテネ五輪からリオ五輪までに計測された競泳競技のタイムにおける日内変動を検討しており、解析の結果、個人内で運動パフォーマンスに日内変動を示すことが認められ、17 時頃のレースでは平均的に良好なパフォーマンスが得られていたことを報告していた。以上のような結果から発表者らは十分にトレーニングを積んだトップアスリートにおいても自身の運動パフォーマンスの日内変動を打ち消すことが困難であることを指摘していた。

詳細な機序に関してはさらなる検証が求められるものの、上述の研究報告は学習および運動パフォーマンスにおける生体リズムの影響を示唆する知見であるとともに、学童期において現状規範レベルで求められている「早寝・早起き」の生活習慣の重要性に対する科学的エビデンスの一つになりうる報告であると考えられる。

総括として、ポスターセッションにおいては発表内容に関する十分な議論を行うことは難しかった一方で、他の研究グループの発表やシンポジウムを視聴することによって時間生物学分野における最新の研究動向を学び、今後の研究の参考となるような知見を得ることができた。上述の研究報告を踏まえつつ、今後の研究では文献調査などにより推定モデルや介入アルゴリズムの改良などを行うことに加え、自身の研究における教育学的事象に対する応用可能性に関しても検討していく所存である。

【関連文献】 (本会で発表された研究報告に関しては○印で示す)

Dewald, et al. "The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review." *Sleep medicine reviews* 14.3 (2010): 179-189.

○Estevan, et al. "Should we sleep or study?" *Society for Research on Biological Rhythm* (2020): Virtual poster session.

○Huang, et al. "Predicting circadian phase from wearable data across populations in the real world." *Society for Research on Biological Rhythm* (2020): Virtual poster session.

Kolomeichuk, et al. "The influence of chronotype on the academic achievement of children and

- adolescents—evidence from Russian Karelia." *Biological Rhythm Research* 47.6 (2016): 873-883.
- Lok, et al. "Time of day influences performance in Olympic swimmers." *Society for Research on Biological Rhythm* (2020): Virtual poster session.
- Murray, et al. "Light-based methods for predicting circadian phase in Delayed Sleep-Wake Phase Disorder." *Society for Research on Biological Rhythm* (2020): Virtual poster session.
- Stone, et al. "Application of a limit-cycle oscillator model for prediction of circadian phase in rotating night shift workers." *Scientific reports* 9.1 (2019): 1-12.
- Thun, et al. "Sleep, circadian rhythms, and athletic performance." *Sleep medicine reviews* 23 (2015): 1-9.
- Woelders, et al. "Daily light exposure patterns reveal phase and period of the human circadian clock." *Journal of biological rhythms* 32.3 (2017): 274-286.
- Zierath. "Disrupted circadian core-clock oscillations in type 2 diabetes attenuate rhythmic mitochondrial metabolism." *Society for Research on Biological Rhythm* (2020): Symposium 11: Influence of timing on diseases of aging.