

---

 総 説
 

---

## 小児期の近視の進行要因と予防

井上 文夫

Factors contributing to the progression of myopia in childhood and its prevention

Fumio Inoue

## 1. はじめに

新型コロナウイルス感染症の拡大は凄まじい勢いで全世界に広まった。感染症の場合には、コミュニティ内での感染例の増加をアウトブレイク、特定地域および集団における予測レベルを超えた感染例の増加をエビデミック、複数の国や大陸での拡散をパンデミックと呼んでいる。近視に関しては、感染症ほどスピードはないものの、日本国内での増加、アジアでの増加から、現在では世界的に増加傾向がみられており、パンデミックとってよい状況である。このような傾向は肥満に関しても見られており、生活習慣の拡散に伴った疾病増加傾向と考えられ、早急な予防的対応が求められる。そこで、わが国や世界での増加傾向についての情報をまとめたい。その要因のなかで特に重要なものを探り出し、予防あるいは早期の対応についての可能性を検討してみたい。

## 2. 近視とは

近視とは無調節の状態で見に入る平行光線が網膜の前方で結像する眼の屈折状態のことをいい、近視の度数は無調節で遠方視をするのに必要な矯正レンズ度数（ジオプター [D]：レンズの屈折力を表す単位）で表される。ジオプター [D] は焦点距離の逆数であり、正視では0 Dであり、 $-0.5\text{ D}$ を超えるものを近視とし、 $-6.0\text{ D}$ を超えるものを強度近視としている。近視は屈折性近視、軸性近視、仮性近視、病的近視に分けられるが、学童期にみられる近視のほとんどは軸性近視（眼球の前後方向の長さの増加による近視）である。

眼の屈折度は、眼軸長、角膜の屈折力、水晶体の屈折力により決定されるが、角膜の屈折力と水晶体の屈折力は出生後減少し、角膜は3~4歳ころ、水晶体は8歳こ

ろより一定となる。一方、眼軸長は出生後2歳まで急速に伸長し、その後伸長は穏やかになり10歳を超えると一定となる。人間の眼は生直後は軽度の遠視であるが、成長に伴い正視化し、学童期にはほぼ正視となる。従って、学童期の近視の進行は眼軸長の伸長が原因と考えられる。近視が進行して伸長した眼軸長はもとに戻すことはできないため、近視進行時期にいかに関与を抑制することができるかが重要となる。

調節ラグとは近距離を見ようとするほど調節反応が鈍り、次第に焦点は網膜の後方へずれていくことをいう（図1左）。通常は調節ラグによるぼやけは自覚されないが、この調節ラグが長時間続くと、その誤差に順応するように眼軸長が伸び（図1右）、そのため近視が進行する。

## 3. わが国の近視の動向

1) 学校保健統計から<sup>1)</sup>

図2は文部科学省の学校保健統計からのデータをグラフ化したもので、裸眼視力1.0未満の割合の推移を示している。小学生では1997年頃まで増加傾向がみられ、その後2005年頃までは増加は見られなくなり、その後再び増加に転じている。中学生、高校生では1994年頃までは増加傾向にあったが、2012年頃までは増加傾向はみられなくなり、2013年から再度増加に転じている。ゆとり教育は2002年から2011年であり、初代iPhoneが発売されたのは2007年で、スマートフォンがわが国で広く利用されるようになったのは2011年頃からである。

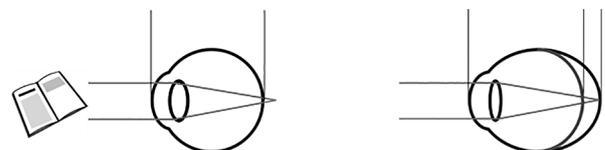


図1 調節ラグ（左）による眼軸長の伸長（右）

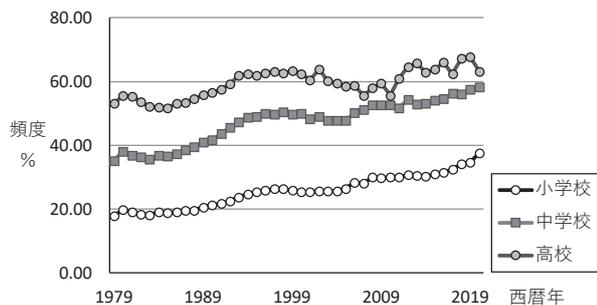
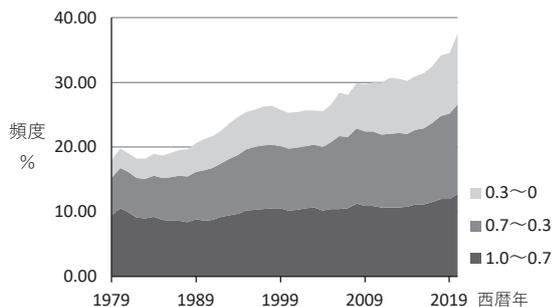


図2a 裸眼視力1.0未満の割合

図2b 小学生の裸眼視力1.0未満の割合  
(学校保健統計データより作成)

## 2) 学術論文から

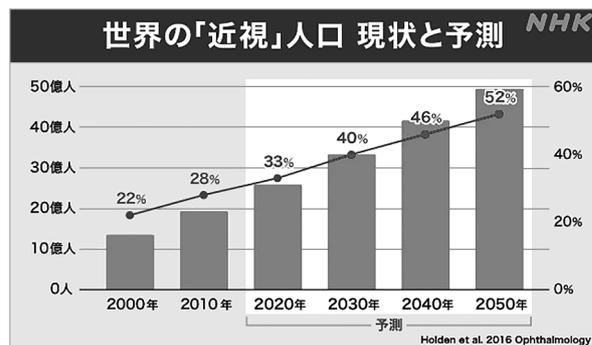
Matsuura ら<sup>2)</sup>の13年間の調査では、6歳では屈折異常の年齢別度数分布はほぼ同じであったが、12歳では徐々に近視に偏った分布となった。7歳以上の近視率は大幅に増加し、13年間で、17歳の近視の有病率は49.3%から65.6%に増加した。Yotsukura ら<sup>3)</sup>は東京の学校での調査で、小学校では76.5%、中学校では94.9%が-0.5 D未満の近視であった。Nakao ら<sup>4)</sup>の成人での調査では近視は49.97%、強度近視は7.89%であったが、そのうち35~59歳での近視は約70%、強度近視は約10%と高い割合を示した。Nakamura ら<sup>5)</sup>の調査では、近視の頻度は都市部では41.8%、田舎では29.5%であった。

## 4. 海外の近視の動向<sup>6)</sup>

Holden ら<sup>7)</sup>は、2000年の近視の世界有病率は全世界で14億600万人(世界人口の22.9%)、強度近視は1億6300万人と推定した。また、2050年には47億5,800万人(世界人口の49.8%)の近視者が存在し、9億3,800万人が強度近視であると結論づけている(図3)。

これまでの疫学調査によると、近視の有病率は、大陸、国、地域によって異なることがわかっている。東アジアはかつて著しい近視の増加がみられたが、その他の地域でも増加傾向にある。Morgan ら<sup>8)</sup>のレビューでは、東アジアで近視の有病率は高く、欧米での近視の有病率は6.2%から26.2%と低い。

米国では、1971年から2004年にかけて、12歳から

図3 2000年と2050年の世界の近視人口と有病率<sup>7)</sup>(文献7よりNHKが作図)

17歳の学生の近視の有病率が12.0%から31.2%に増加しており、過去30年間で、すべての年齢層で有病率が大幅に増加している。台湾における近視のレトロスペクティブな研究によると、7歳児の平均有病率は1983年の5.8%から2000年には21%に増加し、12歳児の近視の有病率は1983年に36.7%であったが、2000年には61%に増加した。フィンランドでは、ベースライン時に等価球度数が-1.43 Dだった近視の学童を22年間追跡調査したところ、終了時には-5.29 Dになっていた。11歳前後に初めて近視用眼鏡をかけた子どもの約32%が、大人になってから強度近視になっており、近視の発症年齢が低いほど、成人後の高度近視の有病率が高いことが予測された<sup>9)</sup>。

## 5. 近視発症の要因

### 1) 遺伝・親の近視

遺伝性疾患の特徴として、人種による違いと家族集積性が挙げられるが、近視の場合はその両方が見られる。異なる人種の子どもを対象とした研究では、近視の有病率はアジア人が最も高く(18.5%)、次いでヒスパニック系が13.2%、白人が最も低い(4.4%)<sup>10)</sup>。近視の明らかな家族集積性は、親の近視の比率が高いことで示される。中国の研究では、近視の両親を1人または2人持つ子どもの近視の有病率は、親が近視でない被験者の2~3倍であった<sup>11)</sup>。ポーランドでは、両親ともに近視の場合、その子供が大人になってから強度の近視になるオッズ比は3.9であり<sup>9)</sup>、親が近視の子どもは、等価球度数が大きく、眼軸長も長かった。家族は同じ環境にいることから、家族の関連性は、遺伝ばかりでなく近視の環境的要因も含まれている。遺伝は、近視の早期発症に重要な役割を果たし、基礎的リスクとなっているが、環境の変化、特に教育や屋外活動は、近視の流行的増加の主な原因となっている<sup>8)</sup>。現在までに、連鎖分析によって

25以上の近視遺伝子座が発見されており、そのほとんどが常染色体上に存在している。

## 2) 屋外活動

屋外での活動を増やすことは、多くの疫学調査で近視の保護因子であることが証明されている。Hoら<sup>12)</sup>は、学校で120分/日の屋外光照射を行うことで、近視の発生を防ぐことができるとさえ示唆している。近視に関連した屋外活動の保護メカニズムは複雑で、高照度、周辺減光、ビタミンD、光の色スペクトル、身体活動、サーカディアンリズム、空間周波数特性、近見作業の減少などが含まれる<sup>13)</sup>。その中でも、高照度は、動物と人間の両方の研究で証拠が示されており、最も確立された理論である。この効果は、ON経路におけるドーパミン受容体の活動が増加した結果であると考えられている<sup>14)</sup>。Landisら<sup>15)</sup>は薄明かりの照射によって刺激される杆体経路が、ヒトの近視の進行にも重要であることを明らかにし、環境光による近視予防のための最適な戦略には、薄暗い光と明るい光の両方の照射が含まれることを示唆した。Gwiazdaら<sup>16)</sup>は、冬の近視の進行度は夏のそれよりも高く、これは子供たちが冬よりも夏の方が屋外で過ごす時間が長いことが原因であると考えられた。Rusnakらも夏期よりも冬期の方が軸長の伸びが有意に高く、冬場の日中の露出の少なさが近視の進行につながる可能性が示唆された<sup>17)</sup>。

## 3) 近見作業

読み書きやパソコン作業などの近距離作業が近視の重要なリスク要因であることは、多くの研究で明らかになっている<sup>18)-26)</sup>。Sherwinら<sup>22)</sup>は、30cm以下の距離で作業をする子供は、それ以上の距離で作業をする子供に比べて、近視の割合が2.5倍になることを実証した。さらに、1回の読書時間が30分以上の子どもは、30分未満の子どもよりも近視の発症率が高かった。近見作業と眼球運動パラメータが近視に与える影響についての研究では、長時間の近見作業により、網膜の像が長時間デフォーカス状態に維持されると推測され、ぼやけた画像に合わせて調整すると、調整ラグが大きくなり、慢性的な遠視を長時間デフォーカス状態にする他のパラメータと合わせて、網膜が何らかの神経伝達物質や成長因子を産生して眼軸長の不適切な成長を調整するよう誘導し、近視の進行につながると考えられている。

## 4) デジタルデバイスの使用

Lancaのレビュー<sup>23)</sup>では15件の研究のうち、7つの研究で、スクリーンタイムと近視の関連が認められた。しかしオッズ比が報告されている5つの研究について、メタアナリシスを行ったところ、プールされたオッズ比

は1.02であり、スクリーンタイムと近視との関連は明らかとはならなかった。

## 5) 教育

教育水準が高いほど近視の有病率が高くなることがわかっている<sup>24)-26)</sup>。教育は、近見作業にさらされる機会が高く、それに応じて屋外での運動レベルが低くなるという組み合わせを反映し、近視の発症につながっていると考えられる。教育現場でのICTの活用が盛んとなってきたが<sup>27)</sup>、学校でのICT使用と近視との関連は明白ではない。文部科学省はICT使用に関してガイドライン<sup>28)</sup>を出しているが、今後の視力検査の動向を注意深く見守る必要がある。

## 6) その他

その他の近視関連の危険因子として、性別、都市化、肥満などが報告されているが、いずれも屋外活動や近見作業などとの交絡があることから十分な証拠はない。

## 6. 近視の合併症

Haarmanらの近視の合併症についてのレビューとメタアナリシス<sup>29)</sup>では、弱度、中度、強度の近視は、いずれも近視性黄斑変性症のリスク増加と関連していた(表1)。また、視覚障害のリスクは、眼軸長が長いこと、近視度数が高いこと、年齢が60歳以上であることに強く関連していた。強度の近視は合併症や視覚障害のリスクが高いが、弱度および中度の近視にもかなりのリスクがあることが明らかとなった。

Frickeら<sup>30)</sup>は2015年の近視性黄斑変性症による視覚障害者は1,000万人(有病率0.13%)で、そのうち330万人が失明している(0.04%)と推定し、2050年までに、現在の介入方法を変えない場合、近視性黄斑変性症による失明者は5,570万人(0.57%)に増加し、そのうち1,850万人が失明すると推定した(0.19%)。

Naidooら<sup>31)</sup>は、年齢が高く、後進国の農村部に住んでいる近視の人の場合、十分な光学矯正を受けていない可能性が高いと推測した。2015年の世界疾病負担に伴う潜在的生産性損失は、未矯正の近視で2,440億米ドル、

表1 近視による合併症のリスク<sup>29)</sup>

合併症	オッズ比		
	弱度近視	中度近視	強度近視
近視性黄斑変性症	13.57	72.74	845.08
網膜剥離	3.15	8.74	12.62
後嚢下白内障	1.56	2.55	4.55
核白内障	1.79	2.39	2.87
開放隅角緑内障		1.59	2.92

近視性黄斑変性症で60億ドルと推定された。

スマートフォンを中心としたデジタル機器の使用により、近視性後天性内斜視の患者が増加している<sup>32)33)</sup>。軽度の場合はプリズム眼鏡装着で改善するが、手術を必要とする場合もある。スマートフォンで文字を見る場合、3~5mmサイズの文字では約25cm、1mmサイズでは約20cmの視距離となる。画面を近くで見るほど輻輳や屈折に労力が必要となることから、文字の大きさを大きくし、連続して使用する時間を短くする必要がある。

## 7. 近視治療の最新情報<sup>34)35)</sup>

### 1) 光学的治療

眼鏡<sup>36)</sup>：矯正不足の子どもは、完全に矯正された単焦点レンズを装着している子どもよりも、近視は進行した。近視進行抑制眼鏡レンズとしての多焦点レンズ（遠近両用メガネまたは累進屈折力レンズ）では近視進行抑制効果は小さいが、単焦点レンズを装着した子どもに比べて眼軸伸長がわずかに進行抑制が認められた。

コンタクトレンズ：遠近両用のソフトコンタクトレンズ（SCL）を装着している子どもと、単焦点SCLを装着している子どもの近視の進行には、ほとんど差がなかった。オルソケラトロジー<sup>37)</sup>：就寝時に特殊なハードコンタクトレンズを装着して、起床時にははずして昼間は裸眼となるが、角膜中央部が平坦化し軽度近視を矯正する（図4）。効果のエビデンスは高く、副作用も多くないが、中止後のリバウンドの問題がある。低濃度アトロピン療法との併用も検討されている。

多焦点ソフトコンタクトレンズ<sup>38)</sup>：DIMSレンズはレンズ上に多数の近視性デフォーカスセグメントを配置し、一部の光は近視性デフォーカスに、残りは網膜に像を形成する光に分配できる。一般的な近視用の単焦点レンズに比べ近視進行度数や眼軸長伸長の抑制が認められている。

### 2) 低濃度アトロピン点眼療法<sup>39)40)</sup>

アトロピンはムスカリン受容体の拮抗薬であり、その

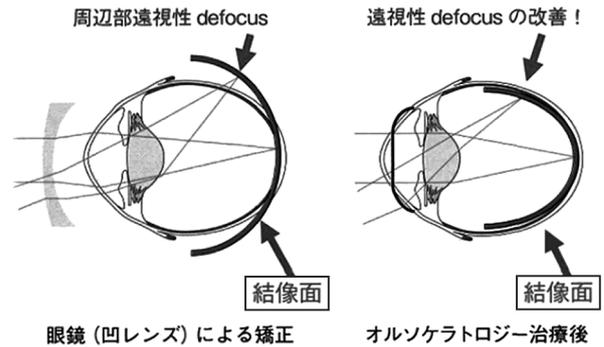


図4 オルソケラトロジー治療の原理

近視抑制は知られていたが羞明などの副作用や点眼中止後のリバウンドに問題があった。その後、低濃度のアトロピンが様々な濃度で試され、現在では0.01%アトロピンが副作用や効果などの点から広く使われているが、わが国では保険治療薬としては認められていない。

表2に現在行われている治療についてまとめた。

## 8. 近視の予防と進行の制御

### 1) 屋外活動<sup>41)</sup>

2008年のRoseらの横断研究<sup>42)</sup>において、屋外活動時間が近業時間の増加に関連する近視発症リスクを減少させることが示された。2013年にFrenchら<sup>43)</sup>の調査で、6歳前後の若年期における視環境への配慮が近視予防により重要であることが示された。2019年にHoら<sup>12)</sup>は屋外活動と近視に関する研究のメタアナリシスを行い、学校教育に十分な屋外活動時間を確保することで、近視発症、近視進行、眼軸伸長が抑制できることを示し、屋外活動は近視の発症のみならず、近視の進行も抑制するエビデンスを確立した。最も効果的な成果を得るために1日120分以上の屋外活動を学校現場で確保することを推奨した。台湾では2008年のRoseらの報告以降、学校現場で1日2時間の屋外活動を確保する指導が広がり、近視予防の成果を上げている（図5）。

屋外活動の効果のメカニズムの1つは光ドーパミン

表2 学童における近視進行抑制治療の現状<sup>34)</sup>

治療法	エビデンスレベル	効果	副作用	日本での薬事承認 (近視治療としての承認)
1%アトロピン	高	高	卅	有(無)
0.01%アトロピン	中	中	+	無(無)
オルソケラトロジー	高	中	+	有(無)
多焦点コンタクトレンズ	中	中	+	有(無)
多焦点眼鏡	中	小	+	有(無)
低焦点眼鏡	無	無	卅	有(無)

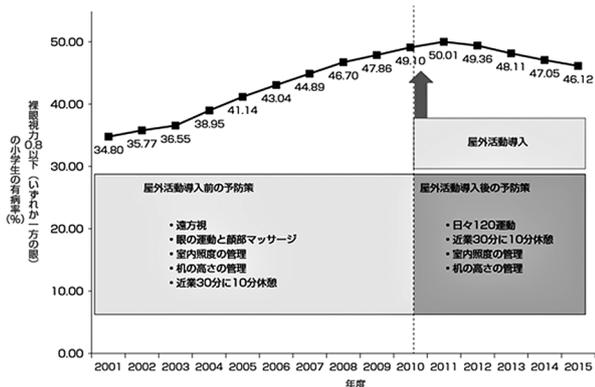


図5 屋外活動の近視予防効果(文献41より引用)

仮説で、網膜内で光誘導性ドーパミンが放出され、近視進行抑制が生じることが動物実験で証明されている。Readら<sup>44)</sup>は腕時計タイプの照度計を用いて照度と眼軸長伸展の関連を調査し、3000 Lux以上の屋外光を受けていた学童では眼軸長伸展が有意に少ないことを示した。Wuら<sup>45)</sup>はシャツにつけるタイプの照度計を用いて研究を行い、1000 Lux程度であっても1週間当たり約70分を超える屋外時間の増加は、近視発症リスクを35%減少させることを示した。Wenら<sup>18)</sup>はメガネに装着する小型機器を用い、3000 Luxを超える照度においては近視発症のリスクが減少することを示した。Wuら<sup>46)</sup>は、室内照明では1000 Luxを超える照度が得られない一方で、屋外であれば校舎の影や木陰などでも1000~3000 Lux以上の光量が十分に確保できることを示した。屋外活動が近視を抑制するもう一つの説として、網膜周辺部のデフォーカスが、屋外における遠方視では生じにくい点を指摘した。網膜像のボケ刺激による眼軸長の制御機構は中心窩に限定されず、近年は周辺部網膜における視覚制御の影響がより重要と考えられている。

2) 近業

近業と近視の発症に関しては、2008年のSydney Myopia Study<sup>47)</sup>では、視距離が30 cm以下の近業や、30分以上の連続した近業は、近視リスクをそれぞれ2.5倍、1.5倍増加させることが示された。この結果は、他の報告ともおおむね一致するものであった。以上から、単なる近業の長さではなく、ある一定以下の視距離で行われる近業の長さが、近視発症の誘引として重視されている。アメリカ眼科学会では図6のような標語をつくり日常での近見作業時の注意を促している。

9. おわりに

世界的に近視患者の数が増えており、将来的に視覚障害の人数も増え、強度近視の数が増加することが予想さ



図6 「20-20-20」ルール(アメリカ眼科学会の提言をもとにNHKが作成)

れる。現時点でエビデンスのある予防効果として屋外活動が明らかになっており、近業作業を減らすことも有効と判明している。このまま何の対策も取らない場合には患者数の増加のみでなく、社会全体の多大な経済損失もあると推定されている。すでに台湾において実施している対策により明らかに効果も見られていることから、社会全体で早急に対応することが望まれる。

文 献

- 1) 文部科学省. 学校保健統計調査/年次統計. [https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&query=%E8%A6%96%E5%8A%9B&layout=dataset&toukei=00400002&tstat=000001011648&stat\\_infid=000032108452&metadata=1&data=1](https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&query=%E8%A6%96%E5%8A%9B&layout=dataset&toukei=00400002&tstat=000001011648&stat_infid=000032108452&metadata=1&data=1)
- 2) Matsumura H, Hirai H. Prevalence of myopia and refractive changes in students from 3 to 17 years of age. *Surv Ophthalmol.* 1999; 44(2 SUPPL. 1).
- 3) Yotsukura E, Torii H, Inokuchi M, et al. Current Prevalence of Myopia and Association of Myopia with Environmental Factors among Schoolchildren in Japan. *JAMA Ophthalmol.* 2019; 137(11): 1233-1239.
- 4) Nakao SY, Miyake M, Hosoda Y, et al. Myopia Prevalence and Ocular Biometry Features in a General Japanese Population: The Nagahama Study. *Ophthalmology.* 2021; 128(4): 522-531.
- 5) Nakamura Y, Nakamura Y, Higa A, et al. Refractive errors in an elderly rural Japanese population: The Kumejima study. *PloS One.* 2018; 13(11): e0207180.
- 6) Xiang ZY, Zou HD. Recent Epidemiology Study Data of Myopia. *J Ophthalmol.* 2020; 2020: 4395278.
- 7) Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology.* 2016;

- 123(5): 1036–1042.
- 8) Morgan IG, French AN, Ashby RS, et al. The epidemics of myopia: aetiology and prevention. *Prog Retin Eye Res.* 2018; 62: 134–149.
  - 9) Pärssinen O, Kauppinen M. Risk factors for high myopia: a 22-year follow-up study from childhood to adulthood. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 2019; 97(5): 510–518.
  - 10) Kleinsteijn RN, Jones LA, Hullett S, et al. Refractive error and ethnicity in children. *Arch Ophthalmol Chic Ill 1960.* 2003; 121(8): 1141–1147.
  - 11) Wu X, Gao G, Jin J, et al. Housing type and myopia: the mediating role of parental myopia. *BMC Ophthalmol.* 2016; 16(1): 151.
  - 12) Ho CL, Wu WF, Liou YM. Dose-Response Relationship of Outdoor Exposure and Myopia Indicators: A Systematic Review and Meta-Analysis of Various Research Methods. *Int J Environ Res Public Health.* 2019; 16(14): E2595.
  - 13) Lingham G, Mackey DA, Lucas R, Yazar S. How does spending time outdoors protect against myopia? A review. *Br J Ophthalmol.* 2020; 104(5): 593–599.
  - 14) Chen S, Zhi Z, Ruan Q, et al. Bright Light Suppresses Form-Deprivation Myopia Development With Activation of Dopamine D1 Receptor Signaling in the ON Pathway in Retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2017; 58(4): 2306–2316.
  - 15) Landis EG, Yang V, Brown DM, Pardue MT, Read SA. Dim Light Exposure and Myopia in Children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2018; 59(12): 4804–4811.
  - 16) Gwiazda J, Deng L, Manny R, Norton TT, COMET Study Group. Seasonal variations in the progression of myopia in children enrolled in the correction of myopia evaluation trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2014; 55(2): 752–758.
  - 17) Rusnak S, Salcman V, Hecova L, Kasl Z. Myopia Progression Risk: Seasonal and Lifestyle Variations in Axial Length Growth in Czech Children. *J Ophthalmol.* 2018; 2018: 5076454.
  - 18) Wen L, Cheng Q, Cao Y, et al. The Clouclip, a wearable device for measuring near-work and outdoor time: validation and comparison of objective measures with questionnaire estimates. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 2021; 99(7): e1222–e1235.
  - 19) Gajjar S, Ostrin LA. A systematic review of near work and myopia: measurement, relationships, mechanisms and clinical corollaries. *Acta Ophthalmol (Copenh).* Published online October 7, 2021.
  - 20) Ku PW, Steptoe A, Lai YJ, et al. The Associations between Near Visual Activity and Incident Myopia in Children: A Nationwide 4-Year Follow-up Study. *Ophthalmology.* 2019; 126(2): 214–220.
  - 21) Wen L, Cao Y, Cheng Q, et al. Objectively measured near work, outdoor exposure and myopia in children. *Br J Ophthalmol.* 2020; 104(11): 1542–1547.
  - 22) Sherwin JC, Reacher MH, Keogh RH, Khawaja AP, Mackey DA, Foster PJ. The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology.* 2012; 119(10): 2141–2151.
  - 23) Lanca C, Saw SM. The association between digital screen time and myopia: A systematic review. *Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom.* 2020; 40(2): 216–229.
  - 24) Mirshahi A, Ponto KA, Hoehn R, et al. Myopia and level of education: results from the Gutenberg Health Study. *Ophthalmology.* 2014; 121 (10): 2047–2052.
  - 25) Nickels S, Hopf S, Pfeiffer N, Schuster AK. Myopia is associated with education: Results from NHANES 1999–2008. *PloS One.* 2019; 14(1): e0211196.
  - 26) Williams KM, Bertelsen G, Cumberland P, et al. Increasing Prevalence of Myopia in Europe and the Impact of Education. *Ophthalmology.* 2015; 122(7): 1489–1497.
  - 27) 柴田隆史. 学校での ICT 活用の現状と近視予防. 視覚の科学. 2019 ; 40(4) : 79–84.
  - 28) 文部科学省. 児童生徒の健康に留意して ICT を活用するためのガイドブック. [https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2018/08/14/1408183\\_5.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/08/14/1408183_5.pdf)
  - 29) Haarman AEG, Enthoven CA, Tideman JW, Tedja MS, Verhoeven VJM, Klaver CCW. The Complications of Myopia: A Review and Meta-Analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2020; 61(4): 49.
  - 30) Fricke TR, Jong M, Naidoo KS, et al. Global prevalence of visual impairment associated with myopic macular degeneration and temporal trends from 2000 through 2050: systematic review, meta-analysis and modelling. *Br J Ophthalmol.* 2018; 102(7): 855–862.
  - 31) Naidoo KS, Fricke TR, Frick KD, et al. Potential Lost Productivity Resulting from the Global Burden

- of Myopia: Systematic Review, Meta-analysis, and Modeling. *Ophthalmology*. 2019; 126(3): 338–346.
- 32) 鎌田さや花, 稗田 牧. 近視による内斜視. あたらしい眼科. 2017 ; 34(10) : 1393–1398.
- 33) 吉岡 誇, 稗田 牧, 外園千恵, その他. 近視性後天性内斜視の調節機能および立体視機能. あたらしい眼科. 2019 ; 36(9) : 1213–1219.
- 34) 稗田牧. 近視進行予防治療のアップデート. 視覚の科学. 2020 ; 41(2) : 27–31.
- 35) Walline JJ, Lindsley KB, Vedula SS, et al. Interventions to slow progression of myopia in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020; 1: CD004916.
- 36) 神田寛行. 眼鏡を用いた近視進行抑制の試みと小児の近視進行の特徴. あたらしい眼科. 2016 ; 33(10) : 1411–1417.
- 37) 平岡孝浩. オルソケラトロジー 小児の近視治療. 眼科グラフィック. 2020 ; 9(5) : 558–563.
- 38) 華祁. 特集 : 近視 Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) 眼鏡レンズ. 視覚の科学. 2019 ; 40(4) : 99–103.
- 39) 内海隆. 低濃度 (0.01%) アトロピン点眼が小児の近視進行を抑制するというエビデンスはまだない. 眼科臨床紀要. 2018 ; 11(8) : 641–645.
- 40) 中村葉. 小児の近視治療 : 低濃度アトロピン. 眼科グラフィック. 2020 ; 9(5) : 550–557.
- 41) 五十嵐多恵. 小児の近視治療 : 環境因子の適切な評価と是正. 眼科グラフィック. 2020 ; 9(5) : 574–580.
- 42) Rose KA, Morgan IG, Smith W, Burlutsky G, Mitchell P, Saw SM. Myopia, lifestyle, and schooling in students of Chinese ethnicity in Singapore and Sydney. *Arch Ophthalmol Chic Ill 1960*. 2008; 126(4): 527–530.
- 43) French AN, Morgan IG, Mitchell P, Rose KA. Risk factors for incident myopia in Australian schoolchildren: The Sydney Adolescent Vascular and Eye Study. *Ophthalmology*. 2013; 120(10): 2100–2108.
- 44) Read SA, Collins MJ, Vincent SJ. Light exposure and physical activity in myopic and emmetropic children. *Optometry and Vision Science*. 2014; 91(3): 330–341.
- 45) Wu PC, Chen CT, Chang LC, et al. Increased Time Outdoors Is Followed by Reversal of the Long-Term Trend to Reduced Visual Acuity in Taiwan Primary School Students. *Ophthalmology*. 2020; 127(11): 1462–1469.
- 46) Wu PC, Chen CT, Lin KK, et al. Myopia Prevention and Outdoor Light Intensity in a School-Based Cluster Randomized Trial. *Ophthalmology*. 2018 125(8): 1239–1250.
- 47) Ip JM, Saw S-M, Rose KA, et al. Role of near work in myopia: findings in a sample of Australian school children. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008; 49(7):2903–10.