

スマートフォンの利用前後における調節ラグの変化

東京眼鏡専門学校 成田 瑞穂
指導 長戸 栄卓

1. はじめに

2008年にiPhone(アップル社)が日本発売以降、市場はこれまでの携帯電話からスマートフォンへとシフトした。スマートフォンは通話機能以外に大きな画面を有することによりインターネット、SNS、そしてゲームができ、その利用シーンは拡大し続けている。そのため10年前のライフスタイルと変化が生じてきているといっても過言ではない。

内閣府の平成28年度の青少年のインターネット利用環境実態調査結果(速報)¹⁾ではスマートフォンの平均利用時間が145.8分であり、学校種が上がるにつれ増加傾向になっていると述べている。また文部科学省の平成28年度の学校保健統計調査報告書²⁾によると裸眼視力1.0未満の小学生・中学生・高校生の割合が過去最高を記録したと述べている。

表1 文部科学省・内閣府調査まとめ

	小学生		中学生		高校生	
	裸眼視力1.0未満の割合	スマートフォン利用時間	裸眼視力1.0未満の割合	スマートフォン利用時間	裸眼視力1.0未満の割合	スマートフォン利用時間
平成8年	25.8%	-	49.8%	-	58.7%	-
平成18年	28.4%	-	50.1%	-	62.7%	-
⋮	⋮	-	⋮	-	⋮	-
平成26年	30.2%	63.0分/日	53.0%	123.4分/日	62.9%	154.6分/日
平成27年	31.0%	63.3分/日	54.1%	118.3分/日	63.8%	157.7分/日
平成28年	31.5%	69.7分/日	54.6%	124.2分/日	66.0%	170.3分/日

文部科学省/学校保健統計調査報告書より
内閣府/青少年のインターネット利用環境実態調査結果より

以上の調査報告から視力が低下する原因がスマートフォン利用と何らかの因果関係があるのではないかと考え、調節ラグについて着目し調査を行った。

2. 対象

東京眼鏡専門学校在校生20名(男性15名、女性5名)。平均年齢22.0±3.5歳(20~32歳)、スマートフォン利用時の画面までの距離は平均33.0±9.2cm(15~56cm)であった。

3. 方法

完全補正值を試験枠にセットした上で、両眼開放オートレフラクトメータ(レグザム社)を利用し遠見時(5m)の測定を行い、次いで近見時(33.3・25・20cm)の測定を行った。

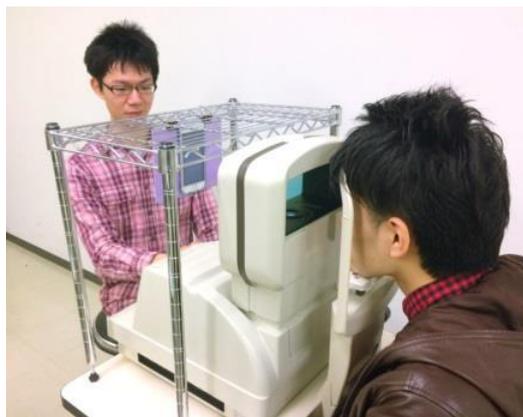


図 1 NVISION-K5001 (レグザム社) と測定風景

その際、残余屈折値等で調節必要量が異なって出力されてしまうため、補正式³⁾を用い測定値を補正した上で調節ラグを算出した。測定後 30 分程度スマートフォンを利用してもらい、再度同条件で測定し利用前後の調節ラグに変化が生じているか調べてみた。

$$\text{調節ラグ}(D) = \frac{\frac{1}{DTE} - LENS + Rx + \left[\frac{DLE}{DTE} \cdot (LENS - Rx)\right]}{1 - [DLE \cdot (LENS + Rx)]} - \left(\frac{Rx}{1 - DLE \cdot Rx} - \frac{LENS}{1 - DLE \cdot LENS}\right) + R1$$

R1: NVISIONの測定値(D)

Rx: 完全補正レンズの等価球面值(D) LENS: 使用したレンズの等価球面值(D)

DLE: 角膜頂点部からレンズまでの距離(mm) DTE: 角膜頂点部から調節視標までの距離(mm)

図 2 調節ラグ補正式

4. 結果

33.3cm、25cm、20cm におけるそれぞれの結果は以下の通りである。また有意差の評価に関しては、1 標本 t 検定 (one sample t-test) を利用した。

No	33.3cm			No	33.3cm			No	33.3cm					
	Before	After	B-A		Before	After	B-A		Before	After	B-A			
1	R	+1.125	+0.680	+0.445	8	R	+0.161	-0.089	+0.250	15	R	+0.987	+0.792	+0.195
	L	+1.327	+0.327	+1.000		L	-0.016	+0.294	-0.310		L	+1.027	+1.647	-0.620
2	R	+0.398	+0.458	-0.060	9	R	+0.612	+0.237	+0.375	16	R	+1.185	+1.375	-0.190
	L	+0.231	+0.101	+0.130		L	+0.924	+0.119	+0.805		L	+1.030	+1.200	-0.170
3	R	+1.112	+1.172	-0.060	10	R	+0.422	+0.112	+0.310	17	R	+0.791	+1.171	-0.380
	L	+0.500	+0.500	+0.000		L	+0.422	-0.143	+0.565		L	+1.085	+1.080	+0.005
4	R	+0.405	+0.025	+0.380	11	R	+0.074	+0.199	-0.125	18	R	+1.714	+1.344	+0.370
	L	+0.429	+0.119	+0.310		L	+0.194	+0.199	-0.005		L	+1.079	+1.009	+0.070
5	R	+0.657	+0.657	+0.000	12	R	+0.588	+0.788	-0.180	19	R	+1.111	+0.981	+0.130
	L	+0.775	+0.465	+0.310		L	+0.205	-0.485	+0.690		L	+1.080	+0.955	+0.125
6	R	+0.786	+0.666	+0.120	13	R	+0.978	+0.793	+0.185	20	R	+1.420	+1.605	-0.185
	L	+0.630	+0.500	+0.130		L	+0.987	+1.047	-0.060		L	+1.542	+1.412	+0.130
7	R	+1.739	+1.234	+0.505	14	R	+1.421	+0.741	+0.680					
	L	+0.622	+1.062	-0.440		L	+1.481	+1.101	+0.380					

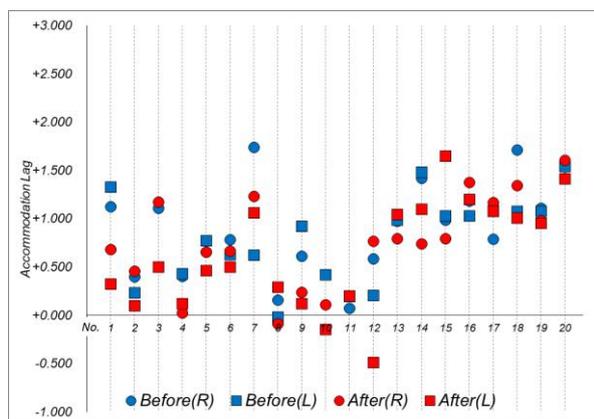
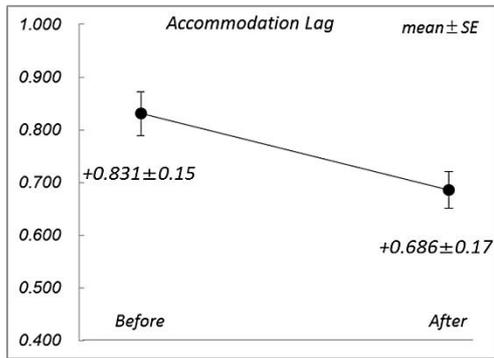
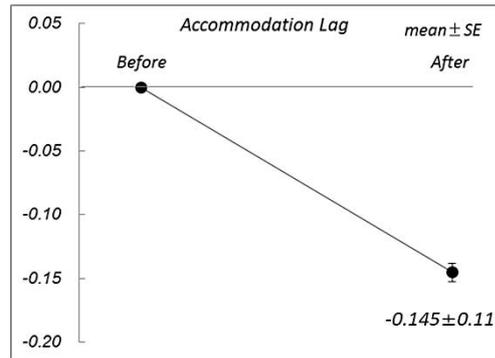


図 3 33.3cm における個々の測定値とグラフ



スマートフォン利用前後
の測定値の変化 $P=0.011^*$



スマートフォン利用前後
の変化量

図4 33.3cmにおける利用前後の測定値の変化と変化量

No	25cm			No	25cm			No	25cm					
	Before	After	B-A		Before	After	B-A		Before	After	B-A			
1	R	+1.351	+0.721	+0.630	8	R	+0.425	+0.235	+0.190	15	R	+2.020	+1.770	+0.250
	L	+1.494	+0.494	+1.000		L	+0.311	+0.496	-0.185		L	+1.947	+1.817	+0.130
2	R	+0.524	+0.589	-0.065	9	R	+0.525	+0.275	+0.250	16	R	+1.475	+1.987	-0.512
	L	+0.489	+0.304	+0.185		L	+0.731	+0.551	+0.180		L	+1.315	+1.850	-0.535
3	R	+1.226	+0.981	+0.245	10	R	+0.106	+0.421	-0.315	17	R	+1.036	+1.411	-0.375
	L	+0.815	+0.695	+0.120		L	+0.356	-0.019	+0.375		L	+1.474	+1.339	+0.135
4	R	+0.515	+0.020	+0.495	11	R	+0.120	+0.365	-0.245	18	R	+2.203	+2.023	+0.180
	L	+0.731	-0.019	+0.750		L	+0.115	+0.180	-0.065		L	+1.832	+1.202	+0.630
5	R	+0.548	+0.613	-0.065	12	R	+0.695	+1.010	-0.315	19	R	+1.726	+1.661	+0.065
	L	+0.414	+0.409	+0.005		L	+0.500	-0.500	+1.000		L	+1.649	+1.594	+0.055
6	R	+1.049	+0.804	+0.245	13	R	+1.529	+1.029	+0.500	20	R	+2.080	+2.270	-0.190
	L	+0.880	+0.945	-0.065		L	+1.421	+1.046	+0.375		L	+1.755	+2.195	-0.440
7	R	+2.048	+1.298	+0.750	14	R	+2.251	+1.876	+0.375					
	L	+1.877	+0.502	+1.375		L	+2.244	+2.049	+0.195					

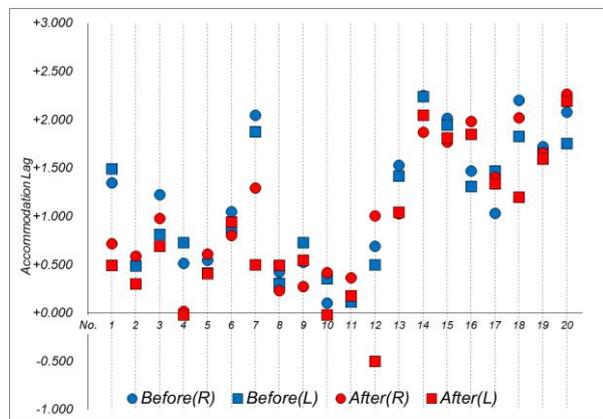
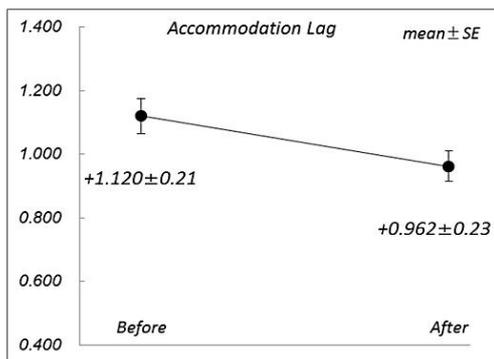
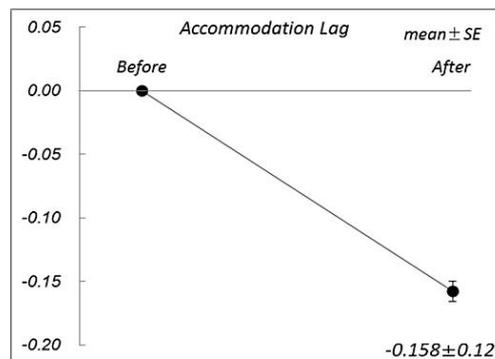


図5 25cmにおける個々の測定値とグラフ



スマートフォン利用前後
の測定値の変化 $P=0.013^*$



スマートフォン利用前後
の変化量

図6 25cmにおける利用前後の測定値の変化と変化量

No	20cm			No	20cm			No	20cm					
	Before	After	B-A		Before	After	B-A		Before	After	B-A			
1	R	+1.763	+1.323	+0.440	8	R	+0.124	-0.316	+0.440	15	R	+1.992	+1.932	+0.060
	L	+1.857	+0.857	+1.000		L	+0.257	-0.048	+0.305		L	+2.053	+2.368	-0.315
2	R	+0.660	+0.285	+0.375	9	R	+0.507	-0.058	+0.565	16	R	+2.330	+2.325	+0.005
	L	+0.816	+0.006	+0.810		L	+0.789	-0.146	+0.935		L	+1.965	+1.940	+0.025
3	R	+1.220	+1.220	+0.000	10	R	+0.165	-0.400	+0.565	17	R	+1.651	+1.401	+0.250
	L	+0.755	+1.250	-0.495		L	-0.150	-0.090	-0.060		L	+2.092	+1.532	+0.560
4	R	+0.445	-0.055	+0.500	11	R	-0.094	-0.149	+0.055	18	R	+2.446	+2.066	+0.380
	L	+0.729	-0.461	+1.190		L	-0.024	-0.024	+0.000		L	+1.890	+1.765	+0.125
5	R	+0.494	+0.304	+0.190	12	R	+0.613	+0.808	-0.195	19	R	+1.841	+1.841	+0.000
	L	+0.297	+0.487	-0.190		L	-0.525	-0.650	+0.125		L	+1.662	+1.722	-0.060
6	R	+1.376	+0.811	+0.565	13	R	+1.150	+1.150	+0.000	20	R	+2.620	+2.240	+0.380
	L	+1.195	+0.625	+0.570		L	+1.785	+1.160	+0.625		L	+2.037	+2.287	-0.250
7	R	+2.598	+1.038	+1.560	14	R	+2.021	+2.326	-0.305					
	L	+2.376	+0.626	+1.750		L	+2.061	+2.126	-0.065					

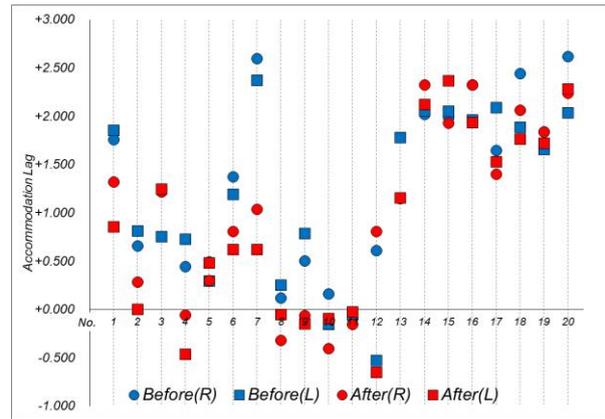


図7 20cmにおける個々の測定値とグラフ

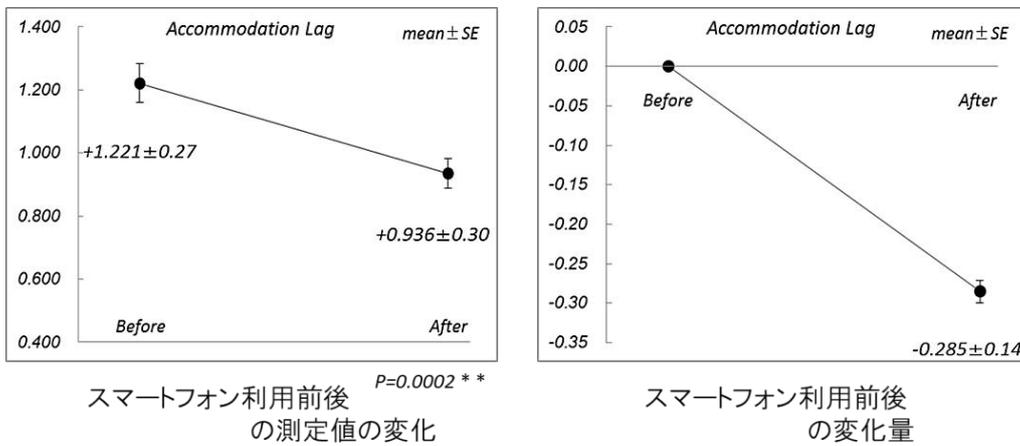


図8 20cmにおける利用前後の測定値の変化と変化量

表3 各測定距離における結果のまとめ

測定距離	利用前	利用後	変化量 (one-sample t-test)
33.3cm	+0.831±0.15	+0.686±0.17	-0.145±0.11 (P=0.011*)
25.0cm	+1.120±0.21	+0.962±0.23	-0.158±0.12 (P=0.013*)
20.0cm	+1.221±0.27	+0.936±0.30	-0.285±0.14 (P=0.002**)

各測定距離の結果をまとめた表3より、全ての測定距離において有意差ありの結果となった。

5. 考察

スマートフォン利用後の調節ラグは利用前と比較し小さくなった。その要因としては、画面の小さな文字を視認するために調節がしっかりと働いたものと考えられる。また視標が眼前に近づくに連れ調節ラグの値が増加したのは、視標をより眼前に近づけることで網膜像の拡大が生じ、その結果全体的に値が増加したものと考えられる。

全測定距離にて、利用前後の調節ラグに有意差が生じたが、個々の眼位の影響を考慮することで、より詳細に分析していくことが可能ではないかと考えられる。

利用前後における遠見時の両眼開放オートレフラクトメータを利用した測定値の比較により、調節機能の柔軟性も確認することが可能と思われるので、継続して調査を行う予定である。

今回の結果を得るために相当数測定を行ったが、当初は値のバラつきが多く見られた。理由としては、試験枠にレンズを2枚或いは3枚挿入した上で両眼開放オートレフラクトメータを利用し測定したため、光の反射やレンズ装用位置の問題があると考えられるため、測定方法についても再検討が必要である。

5. まとめ

利用後は調節ラグの値は減少傾向にあり、利用前と比較ししっかりと調節を行っているため、長時間のスマートフォンの利用は眼への負担は大きい。また画面の文字サイズの大きさも眼への負担の原因にも繋がる。

Brien Holden Vision Institute の研究者⁴⁾によると、2050年には世界の半数が近視眼になると予測している。これは生活習慣の変化によると指摘しているが、昨今の状況も踏まえるとスマートフォンやタブレット機器の利用も影響しているといえる。スマートフォン等は生活に便利なツールではあるが、近距離でのスマートフォン等の利用は調節機能に影響を及ぼす可能性が高いため、これらの利用に対して何らかの啓蒙が必要である。

【参考文献】

- 1)平成 28 年度 青少年のインターネット利用環境実態調査 調査結果(速報)
- 2)平成 28 年度 学校保健統計調査報告書
- 3) Gwiazda J,Thorn F,Bauer J et al:Myopic Children Show Insufficient Accommodative Response to Blur; Invest Ophthalmol Vis Sci 34,pp.690-694(1993)
- 4) Brien A. Holden et Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050;Ophthalmology Volume 123, Issue 5, pp. 1036-1042 (2016)