

鉄道用懐中時計の人間工学的検証

白井 裕樹

早稲田大学 人間科学部 石田研究室 4年

1. 背景

懐中時計は鉄道開通時の1872年¹⁾から、列車運行場面で使用されてきた時計である。JR 東日本では、現在でも列車運行に携わる者に懐中時計を貸与し、時刻確認時の使用を義務づけている。しかし、“車掌”からは「懐中時計は見づらい。使いづらい」といった問題が出されている現状がある。

現在 JR 東日本で使用されている懐中時計は SVBR001 というタイプで、アナログ形式が採用されている。図1に懐中時計 SVBR001 を示す。



図1. 懐中時計 SVBR001

織田(1999)によると、アナログ形式の時計はデジタル形式の時計に比べ、潜在的な“曖昧さ”があると示唆している²⁾。時計に関する研究は、耐久性や精度の向上、動力に関する研究は盛に行われているが、視認性に関する実験的な研究は見当たらない。類似した先行研究には計器類の研究があげられる。それは今から約60年前に行われたアメリカでの航空機事故の原因追及である。心理学、航空工学の調査チームは“高度計の計器のインターフェイスデザインが悪いために、パイロットは計器の誤認をしている”との結論に至った。それ以降、人間の認知特性を考慮した読みやすい

一針高度計が航空機に採用された³⁾。列車運行では、正確に時を刻む時計を人間が正確に捉えることが求められる。時計の研究についても、耐久性や精度といった技術的な観点に加え、「使いやすさや見やすさ」といった研究が必要と考える。

2. 懐中時計の使用に関する予備調査

懐中時計は“見づらい。使いづらい”とする実態を明らかにするため、2012年6月にJR 東日本の車掌を対象に、業務中の懐中時計の使用に関するアンケート調査を実施した。その結果、全体の13.3%の車掌は規則通りに懐中時計を使用していたが、他の86.7%の車掌は自ら購入したデジタル腕時計で業務を行っていることがわかった。アンケート結果から、懐中時計を使用しない主な理由は次の3点があげられる。

- 1) 時刻確認までの動作に時間が掛かるため
- 2) 誤認の経験があるため
- 3) 夜間対策がなされていないため

懐中時計を使用しない理由の背後要因には、車掌業務における時刻確認時の特徴及び、懐中時計の独特な使用方法がある。時刻確認時の特徴としては、車掌は列車の責任者で定時運行のための正確な時刻確認が求められること。2点目は在来線での停車時間は30秒となっており、その内、時刻確認に費やせる時間は“およそ5秒程度”であること。3点目は早朝から深夜まで屋外にて時刻確認が行われることである。つまり、車掌業務では“昼夜を問わず、迅速且つ正確な時刻の確認”が求められることになる。

懐中時計が車掌業務で求められる条件を満たしているのであれば、わざわざデジタル腕時計を購入する必要はない。そこには懐中時計の独特な

使用方法が関係している。車掌は懐中時計の落下防止のため約 25cm の紐を腰に付け、制服の専用ポケットに収納することが義務付けられている。この状態での時刻確認は必然的に懐中時計と視点との距離が離れ、さらに、懐中時計を取り出すまでの動作に時間を要する可能性がある。また、懐中時計にはバックライト等の夜間対策がなされておらず、夜間帯等の暗い環境での時刻確認は困難であることが予想される。

3. 目的

懐中時計が車掌業務に適した時計か否かを人間工学的に検討する。次の 3 点を明らかにすることを目的とする。

- 1) 夜間の業務環境を把握するため、駅（ホーム発車ベル付近）の夜間照度を調査する。
- 2) 駅の夜間照度結果から、暗い環境での懐中時計の視認性を検証する。
- 3) 懐中時計を制服から取り出すまでの動作を含め、時刻を確認するまでに掛かる時間と誤認率をデジタル腕時計、アナログ腕時計と比較検証する。

4. 方法

4. 1. 駅の夜間照度調査

高崎線全 24 駅の夜間照度を測定した。測定には照度計(MINOLTA, T-1H)を使用し、測定箇所は上下線の 10 両編及び 15 両編成ホーム発車ベル付近計 82 箇所とした。8 月 8 日(水), 8 月 17 日(金)の 2 日間で行い、いずれも 20 時以降の十分暗い時間帯に実施した。

4. 2. 暗い環境での懐中時計の視認性の検討

実験参加者は JR 東日本の車掌 3 名(平均 41.0 歳, SD=7.8 歳)とした。実験環境に適した部屋にて、高崎線内の最も低い駅照度を再現(1lx, 3lx, 5lx)し、懐中時計での時刻確認を各条件で 5 試行行った。暗い環境に目が順応することが懸念されるため、実験 1 回ごとに約 300lx の場所で 5 分間の明順応時間を設けた。エラー条件は時刻の誤認、読み取り不能、タイムオーバーの 3 つに分類し、各条件でのエラー率を検討した。

4. 3. 各時計の時刻確認に要する時間と誤認率

実験参加者は JR 東日本の車掌 20 名(平均 40.4 歳, SD=10.0 歳)とした。懐中時計(SEIKO SVBR001)を制服の専用ポケットに収納し、落下防止用の紐(約 25cm)を付け、直立姿勢の状態から時刻の確認を行った。また、デジタル腕時計(CASIO G-7900-1JF)、アナログ腕時計(SEIKO AQB017)は、左手首に付け、直立姿勢の状態から時刻の確認を行った。実験は各時計 3 試行行い、実験開始の合図から時刻を口頭で告げるまでに掛かる時間と誤認率を比較検討した。

5. 結果と考察

5. 1. 高崎線各駅の夜間照度調査

高崎線各駅(15 両編成位置)の夜間照度の結果を図 2 に示す。10 両編成位置の結果も含め、最も低い照度は、北鴻巣駅下りホーム 15 両編成発車ベル付近の 3lx であった。

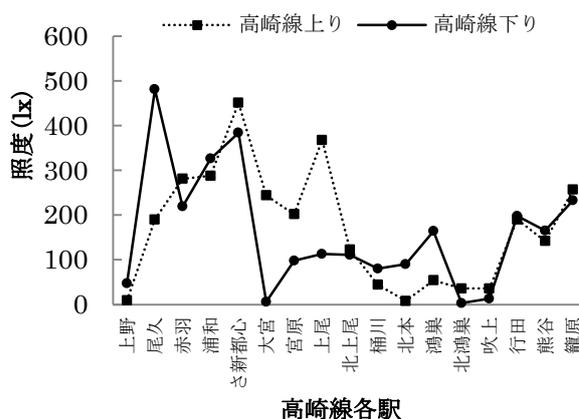


図2. 高崎線各駅の夜間照度 (15両位置)

5. 2. 1lx, 3lx, 5lxでの懐中時計のエラー率

エラー率は 1lx で 80%, 3lx は 60%, 5lx は 66.7% であった。各条件のエラー率を図 3 に示す。そのエラー内容を見ると、すべての条件で時刻の誤認エラーが最も多く確認され、中でも分針の誤認が 1lx で 54.5%, 3lx で 57.1%, 5lx で 40% と、各条件で最も多いことがわかった。

1lx では時刻を読み取れない“読み取り不能”エラーが確認され、懐中時計での時刻確認は極めて困難と言える。3lx, 5lx は同程度のエラー率で、最も明るい条件の 5lx でも、エラー率が 66.7%

であったことから、5lx以下の環境では、懐中時計で正確な時刻確認ができるとは言えない。

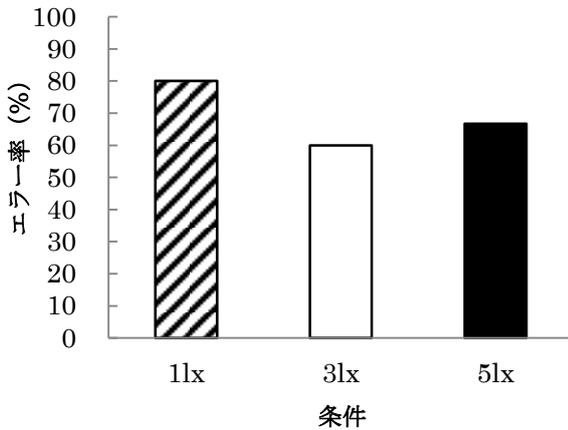


図3. 各照度のエラー率

5. 3. 各時計の確認時間と誤認率

5. 3. 1. 平均確認時間

懐中時計の平均確認時間は 7.29 秒($SD=1.75$ 秒), デジタル腕時計は 3.43 秒($SD=0.83$ 秒), アナログ腕時計は 4.88 秒($SD=1.23$ 秒)であった. 各時計の平均確認時間を図 4 に示す.

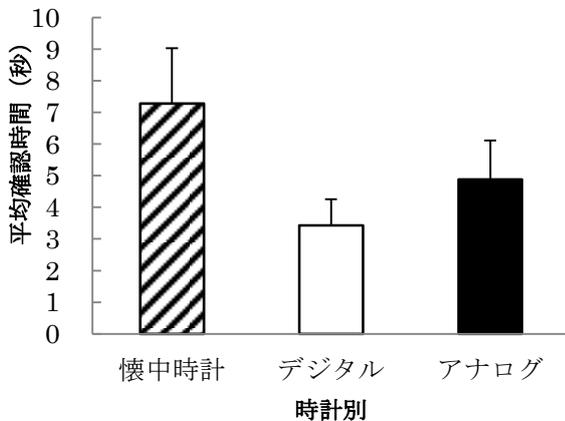


図4. 各時計の平均確認時間

分散分析の結果, 各時計の平均確認時間には有意な効果が認められた($F(2,19)=131.39, p<.001$). Bonferroni 法による多重比較の結果, 全ての時計間で有意な差があった.

結果から, 懐中時計が最も時刻確認に時間を要することがわかった. その要因の 1 点目としては, “動作の差” があげられる. アナログ腕時計との平均確認時間の比較から 2 秒~3 秒程度, 動作時間が掛かることが示唆された. また, 標準偏差を

見ると, 懐中時計が最もばらつきが大きく, これは時刻確認までの時間が不安定であることを意味する. 懐中時計をポケットから取り出す動作, 懐中時計の表裏が逆になった時の修正動作, 紐の設置個所が 12 時の方向にあるために生じる反転動作, これらの複雑な動作が, 時間が掛かるうえに, 時刻確認までの時間が不安定であった要因と考える.

2 点目はデジタル形式とアナログ形式が持つ潜在的な時刻の認識時間の差である. 数字をそのまま認識できるデジタル形式に対して, 時刻を図形認識してから, 数字に変換するアナログ形式の差である. 今回の結果に基づけば, デジタル形式とアナログ形式では, およそ 1 秒~2 秒程度の差が生じることが示唆された.

懐中時計が最も時刻確認に時間が掛かった要因は上記の 2 点が考えられ, デジタル腕時計, アナログ腕時計との比較からも, 懐中時計では迅速な時刻確認ができるとは言えない.

5. 3. 2. 誤認率

懐中時計の誤認率は 10.0%, デジタル腕時計は 0%, アナログ腕時計は 15.0%であった. 各時計の誤認率を図 5 に示す.

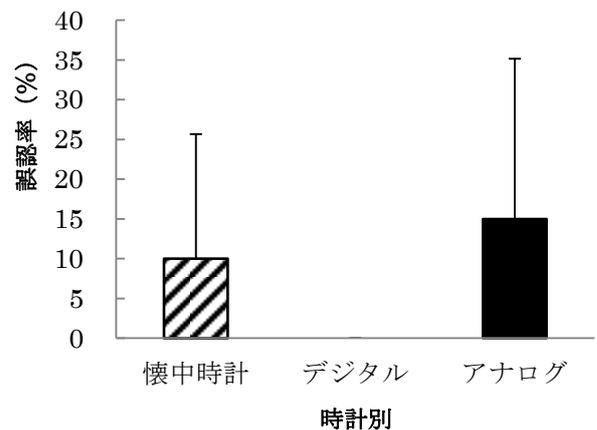


図5. 各時計の誤認率

分散分析の結果, 各時計の誤認率には有意な効果が認められ($F(2,19)=5.05, p<.05$), 多重比較の結果, デジタル腕時計と懐中時計及びアナログ腕時計間で有意な差があったが, 懐中時計とアナログ時計には有意な差はなかった. また, 誤認が確認されたデジタル腕時計とアナログ腕時計の誤

認内容を見ると、分針の誤認が最も多く、懐中時計で 83.3%、アナログ腕時計で 66.7%を占めた。

デジタル腕時計と懐中時計及びアナログ腕時計の誤認率の差は、デジタル形式とアナログ形式の差とも捉えられる。数字を直接認識できるデジタル時計に対して、図形認識から数字へと変換するアナログ時計は、潜在的に曖昧性が存在している可能性は高い。中でも分針の誤認が最も多く確認されたが、その要因としては次のことが考えられる。

- 1) 微妙な分間を正確に捉えることが困難
- 2) 図形認識段階でのエラー

時針については、目盛りの幅(1時~2時の間)が広いため、漠然と時刻を認識することができる。秒針は目盛りの幅は狭いが、常に動き続けていることから認識しやすい。一方、分針は秒針で言うところの1目盛りを60秒かけて移動するため、微妙な分間を正確に捉えることが困難と考えられる。また、分針の誤認で最も多かったのは、現時刻に対して1分先を見間違える誤認であった。現時刻を37分とするならば、38分と認識したのである。この誤認は秒針の動きと密接に関連していると考えられる。例えば37分55秒であれば、秒針は11時の位置にある。一方、分針の位置はというと37分の位置ではなく、限りなく38分に近い位置にある。つまり、秒針の位置によって分針の位置は変わり、秒針が1秒~29秒の位置にあるときは、現時刻に近い位置にあるが、30秒~59秒の位置にあるときには、次分が目盛りに近づくことになる。分針の位置をそのまま図形的に捉えた結果、1分の誤認が発生した可能性は否定できない。これらの問題点は、懐中時計というよりもアナログ型式の潜在的な問題として捉える必要があり、今後の最も重要な課題になると考えている。

車掌業務においては迅速性だけではなく、正確性も求められる。10%の確率で誤認が発生する懐中時計では、正確な時刻確認ができるとは言えない。

6. 結論

高崎線の最低照度は北鴻巣駅下りホーム15両編成位置の3lxであった。その結果から、1lx, 3lx, 5lxの3条件を設定し、懐中時計の視認性の検証を行った。5lx以下の環境ではエラー率が60%を超えることがわかり、中でも分針の誤認が多いことが示唆された。懐中時計、デジタル腕時計、アナログ腕時計の確認時間と誤認率の比較では、懐中時計が最も時刻確認に時間が掛かることがわかった。また、誤認率は10%で分針の誤認が多いことが示唆された。

よって、昼夜を問わず、迅速且つ正確な時刻確認が求められる車掌業務において、“懐中時計が適しているとは言えない”と結論する。

7. 今後の展望

今後の展望としては「車掌専用鉄道時計の提案」研究を行っていききたい。本研究結果に基づけば、デジタル腕時計が最も車掌業務に適している可能性は高い。しかし、それならデジタル腕時計にすればよいとの結論に至るのは少々短絡的と考える。懐中時計は鉄道開通時の1872年から鉄道運行場面で使用されてきた時計である。車掌の立場からすれば、「使いづらさや見づらさ」といった問題はあがるが、列車運行で必要な性能が備わっているのも事実であるからだ。140年間に渡って培ってきた懐中時計の長所を継承し、その短所を補う研究こそが今後必要であろうと考える。

8. 引用文献

- 1) 池口英司・石丸かずみ, 鉄道時計ものがたり, 44, 交通新聞社新書, 2010年
- 2) 織田一郎, 時計と人間, 68, 裳華房, 1999年
- 3) <http://www.ergonomics.jp/outline/ergono-history.html>, 一般社団法人人間工学会, 人間工学の歴史, 2012年3月15日参照

連絡先

白井裕樹

shirai.hiroki@ruri.waseda.jp