

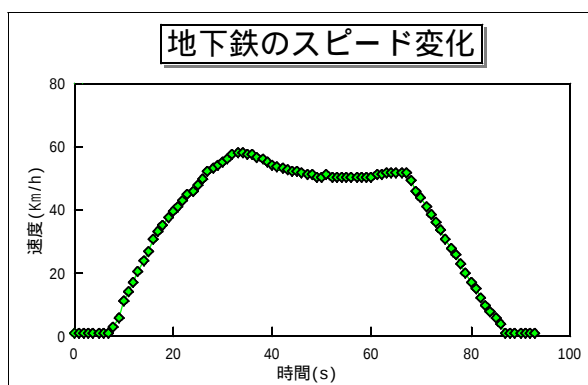


図14 地下鉄の速度の時間変化

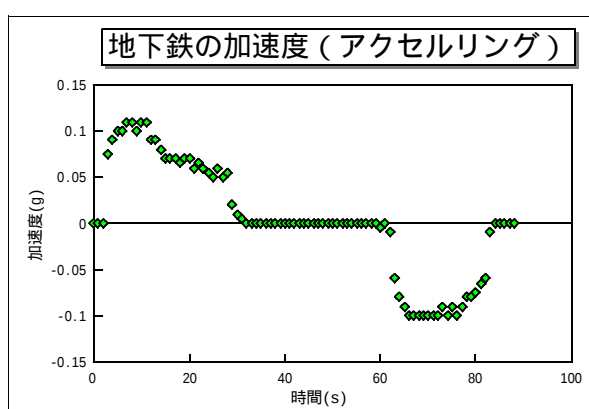


図15 地下鉄の加速度の時間変化  
(アクセルリング)

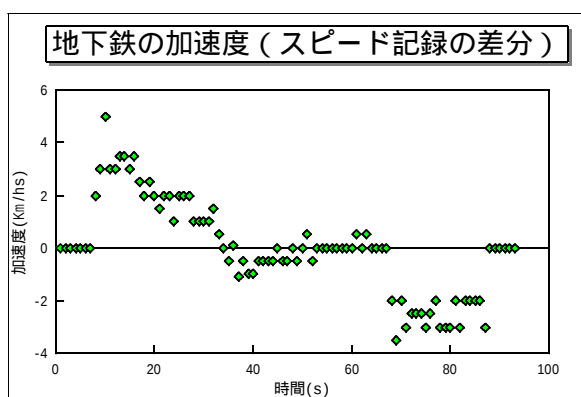


図16 地下鉄の加速度の時間変化  
(スピードメータから算出)

アクセルリングでは、細かい速度変化はとらえられていないが、定性的傾向としては、非常に安定して加速度を測定していることがわかった。参考のために、図14に示すスピードメータ

の記録から、1秒ごとの差分により加速度を求めてみたのが、図16だが、微妙な変化がとらえられる代わりに、測定のゆらぎも大きくなっていることがわかる。これは、従来の高校での学習で加速度を求める方式によるものだが速度の変化から求めるために誤差も大きい。たしかに、正確かもしれないが直接測定ではないところがゆらぎも大きくしている。

これに対してアクセルリングを、加速度計として単独で利用した場合には、直接測定が出来るため、学習活動としては、計算処理もいらず、むしろ加速度自体を学習手段としてはより適切だと考えられる。特に、地下鉄の場合その加速度の大きさも捉えやすく学習素材として適切なものと考えられる。

#### 4.2 JRの加速度



図17 測定したJR列車

JRについても、地下鉄と同様に2駅間（JR北海道千歳線上野幌 - 北広島間）で、運転席のスピードメータと、座席に置いたアクセルリングによる加速度の様子をビデオで記録した。

スピードメータについては、先頭の運転室の窓越しにビデオカメラで撮影して記録した。アクセルリングについては、列車の座席の背もたれを2席分合わせ、その上にフレームを載せ、進行方向に直角になるようにアクセルリングを撮影した。後の解析がやりやすいように、外の風景も多少画面に映るようにした。また、音声の記録については車内放送がどこの場所かを確

認するときに役に立った。



図18 記録したスピードメータ



図19 アクセルリングによる車内での測定

ビデオを再生し、1秒ごとのスピードメータの記録を読み取り、グラフにしたのが図20、アクセルリングから読み取られる進行方向の加速度をグラフにしたのが、図21である。

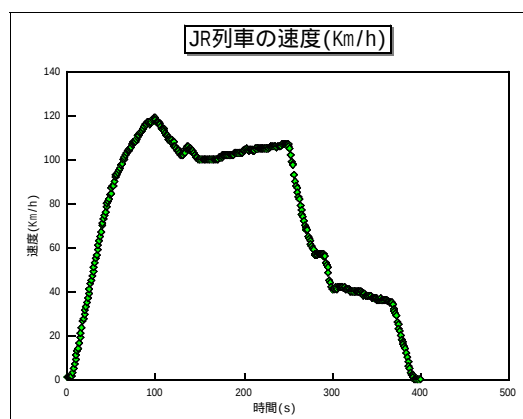


図20 JR列車の速度の時間変化

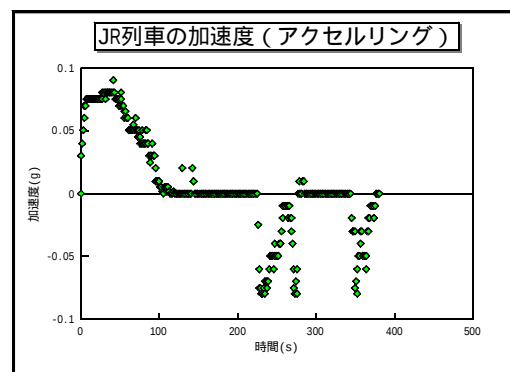


図21 列車の加速度の時間変化

この場合も、アクセルリングの読み取りは、かなり安定している。水面の動きが粘性等により緩慢なため、速度の微妙な変化まではとらえていないが、この場合も学習活動としては、むしろスピードメータから算出した図22より、加速度自体はとらえやすい。特に、JRの場合、地下鉄よりもスピードも速く、地形の変化も大きいことが影響しているのか、スピードメータの変化から算出した加速度はゆらぎが大きかった（図22）。

これらの比較から、アクセルリングは加速度の微妙な変化はとらえにくいという短所はあるものの、変化が安定しており読み取り易い長所があるともいえる。

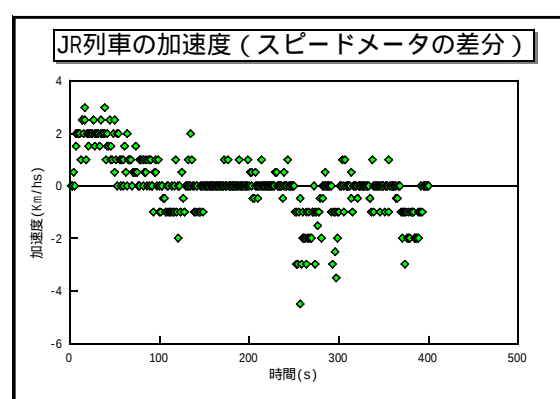


図22 JR列車の加速度の時間変化(スピードメータから算出)

地下鉄の場合も、JRの場合も、アクセルリングが、緩やかな加速や減速をとらえていないと

いう特徴がある。これは、加速度計が、 $0.03G$  以下の場合、読み取りにくいという点について、精度を上げると改良できるのか、運動状態について考慮する必要があるのか検討する必要がある。ただし、下り坂でゆっくり加速する場合や上り坂でゆっくり減速する場合には変化しない可能性もあるため（下記参考）、詳細に調べるには、線路の勾配による補正も検討する必要がある。ただ、今回測定した区間の勾配は $0.0075 \sim 0.01$ で、 $0.01G$ 程度の違いはアクセルリングではなかなか読み取れない。ただし、速度メーターの時間変化から見た加速度のゆらぎはその数倍程度なのでこの影響があると考えられる。

当初からこの加速度計については、アクセルリングの精度を上げるよりはむしろ定性的な加速度運動を捉える手段として利用しようと意図したところでもあり、定性的に加速度を捉える実験とする方が有効と考えられる。

## 参 考

千歳線「上野幌～北広間」の線路勾配について  
提供JR北海道 札幌保線区担当（井川氏）

略圖

← 札幌 千歳 →  
 == 上野幌 == == 西の里 == == 北広島 ==  
 13k600m 17k970m 22k050m  
 --- D --- · --- U --- · --- D --- · ---  
 -----|-----

表1 線路勾配（上野幌～北広島間）

| 扣程                   | 勾配<br>種別 | 勾配<br>(%) | 延長(m)  | 縦 曲 線<br>半径(m) |
|----------------------|----------|-----------|--------|----------------|
| 11k305m<br>～ 13k720m | D        | 7.5       | 2 ,415 | 4,000          |
| 13k720m<br>～ 17k280m | U        | 10.0      | 3,408  | 4,000          |
| 17k128m<br>～ 21k021m | D        | 10.0      | 3,893  | 4,000          |
| 21k021m<br>～ 22k471m | L        | 0.0       | 1,450  | 4,000          |

勾配種別のU, D, Lについてはキロ程始点を基準とする。

勾配 (‰) は「 $\circ \circ / 1,000$ 」である。

#### 4.3 バスの加速度

地下鉄やJR列車での比較的安定した走行の乗り物で、加速度を調べて、定量的な時間変化を扱うこともできるが、やはりこのアクセルリングの特徴は、加速度が直視でき、人間の感覚と同じように応答してくれるところに大きな特徴がある。日常加速度を感じるのはやはり、バスの中が大きい。アクセルリングも開発当初は、そのバスの中での応答の良さに驚いたところから、工夫が始まった。また、バスの中で直視をするだけならば、フレームはいらず、2人で時計と窓に貼り付けたアクセルリングの示す値を読み取るだけでも学習活動は可能である。図26に、アクセルリングによるバスの加速度の記録を示す。



図23 バスの窓に取り付けたアクセセルリング

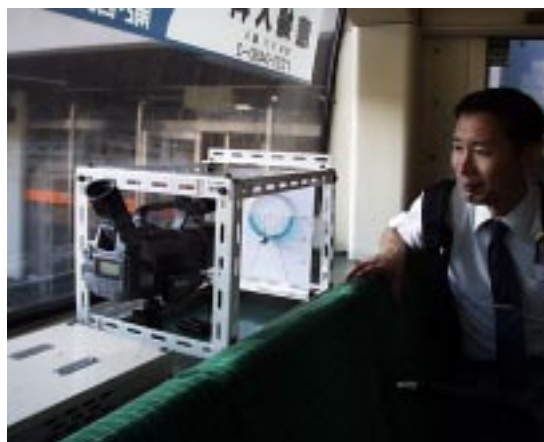


図24 バス車内での加速度の測定



図25 パイプで製作したアクセルリング

バスの場合，地下鉄やJRと異なり，加速度の変化がきわめて大きく，正負に小刻みに振れることが，アクセルリングの測定からもわかった。これは，日常生活の体験ともよく一致するところで，日常感覚が再現できていると判断できる。つまり，バスの場合，アクセルを踏み込んだり，離したり，クラッチを切り替えたりという動作に伴う，速度変化があり，これによって，加速度が頻繁に変化することが確認できた。

これは，バスの慣性質量が地下鉄やJRに比べて非常に小さいことから頷ける結果である。バスや自動車は，手軽に測定できるが，速度との関連性で見ると，加速度を直接とらえる教材として体感とマッチしておりよりよい体験型教材とも考えられる。

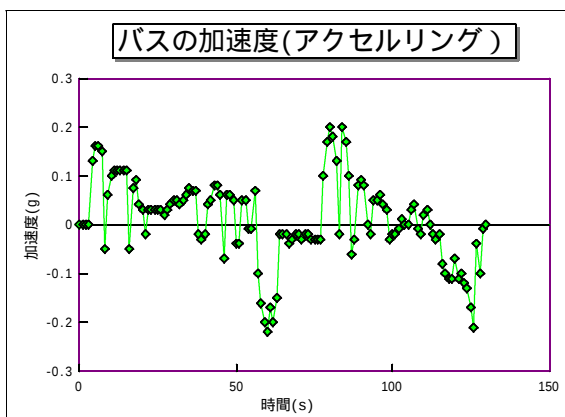


図26 バスの加速度の時間変化  
(アクセルリング)

アクセルリングは，加速度変化の大きい乗り物の場合の方が読み取りやすい。家族でドライブに行くときなどでも，乗用車の窓に取り付けておくと簡単に加速度が読み取れる。また，カーブでの横方向の加速度も取り付け方で調べることができる。したがって，交通機関のようなものばかりでなく，遊園地や科学館などでの遊戯施設での活用も考えられる。

## 5．科学館や遊園地の乗り物での加速度の測定

ジェットコースターやバイキングなどの遊戯施設での搭乗感覚は，感じる重力の大きさの変化が平衡感覚に与えるものが刺激となる。このジェットコースターに乗ったときの感覚を眼からの映像と椅子の動きや傾きなどで擬似的に再現するのがスーパードリームライドである。室内で大規模な施設を作らずに楽しめることから，最近は多くの場所で設置されるようになってきた。



図27 スーパードリームライドの外部



図28 椅子にのせたアクセルリング