

白杖の長さ、振り幅、歩幅による軌跡の変化

○ 日本ライトハウス養成部 田邊正明

【目的】

視覚障害者の白杖は左右に振って使用するが、白杖の長さ、振り幅、歩幅によってどのように軌跡が変化し、障害物の探知に影響しているかを、シミュレーションを描くことにより調査する。

【対象及び方法】

視覚障害者の白杖は体の正中線に回旋中心を置き、障害物の探知を行うために左右に肩幅の範囲で振子のようには振って歩き(スライド法(constant contact cane technique)やタッチテクニック(two-point-touch cane technique))、その石突の軌跡は振子の単振動の軌跡と同様であるが、振子の単振動がcosカーブで表せられるのに対し、図1のようにその軌跡は地面への射影が描く円弧のsag(Δx)の長さだけcosカーブより進行方向へ移動する。

白杖の長さをRとしたときの地面への射影をr(図2)、肩幅/2をA、距離をx、振り幅の変化をy、2歩幅をλ、2歩幅の周期をT、振り始めの位置を変えるために左端から振ったと仮定したときの経過時間をtとした波動方程式は次の通りである。

$$y = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x - \Delta x}{\lambda} \right)$$

$$\Delta x = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}R}{2} \right)^2 - \left(A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \right)^2} - \sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}R}{2} \right)^2 - A^2}$$

ただし、上式を白杖の軌跡に利用するためには

$$0 < x < \frac{\lambda}{2} \quad \text{の変域において、} \quad 0 < \Delta x < x$$

上式を用い、身長166.5cmで肩幅/2が20cm、127cmの白杖を持っている利用者を想定し、白杖の長さは127cmと100cm、2歩幅は120cmと60cm、肩幅/2は40cmと20cmと比較し、8通りの石突の軌跡と白杖の動きをプロットした。

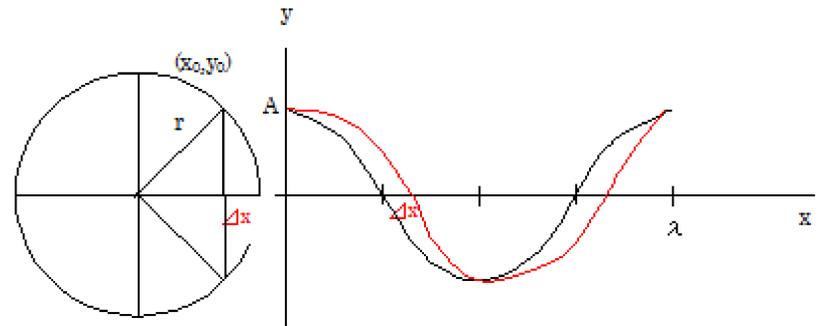


図1. 静止した状態の白杖の振り、移動したときの軌跡

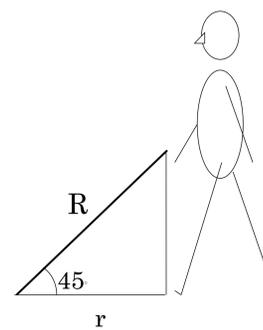


図2. 白杖の地面への射影

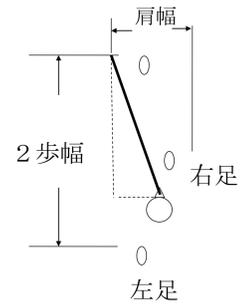


図3. 歩行の様子を上から見たところ

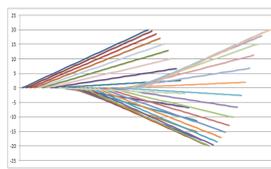
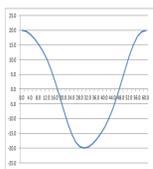
【結果】

石突の軌跡と、白杖の射影のおおよその動きを下図に示した。

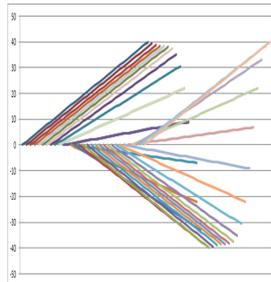
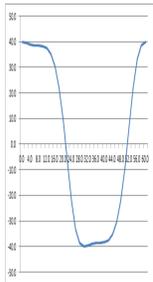
肩幅が狭い場合はほぼきれいなcosカーブを描いたが、同じ長さの白杖で歩幅が同じであれば、肩幅が広いほうが白杖を振り切った部分で前方に石突が移動するような軌跡を描いた。また、白杖が127cmから100cmになると、歩幅、肩幅の値が同じ場合、白杖を振り切ったところでより前方に石突が出ていた。

127cmの白杖の石突と射影の軌跡

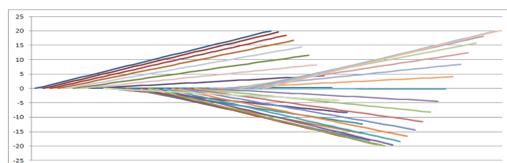
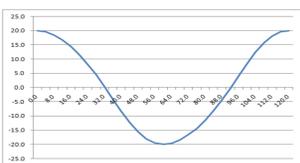
2歩幅: 60; 肩幅/2: 20



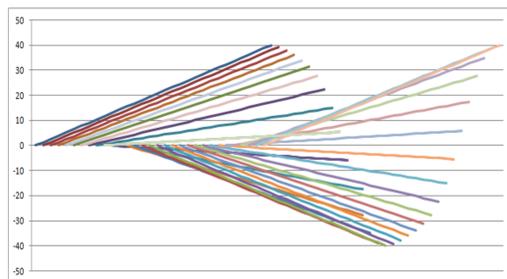
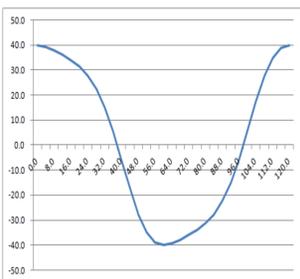
2歩幅: 60; 肩幅/2: 40



2歩幅: 120; 肩幅/2: 20

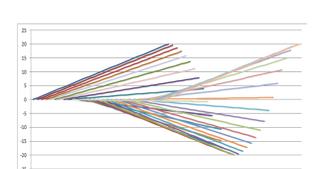
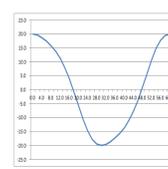


2歩幅: 120; 肩幅/2: 40

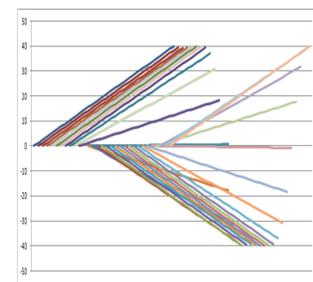
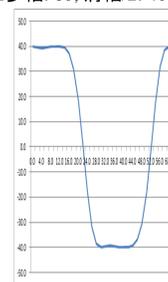


100cmの白杖の石突と射影の軌跡

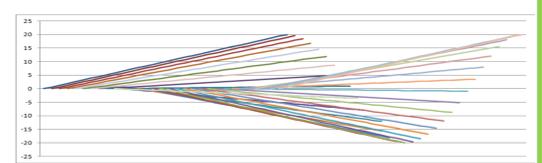
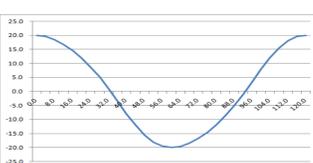
2歩幅: 60; 肩幅/2: 20



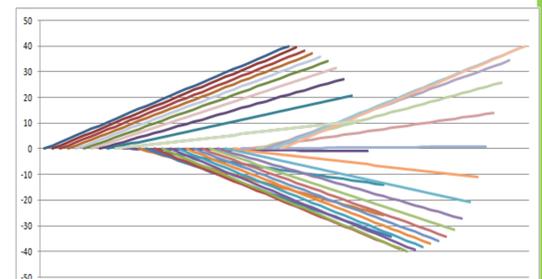
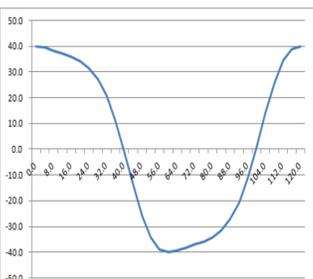
2歩幅: 60; 肩幅/2: 40



2歩幅: 120; 肩幅/2: 20



2歩幅: 120; 肩幅/2: 40



【考察】

1. 同じ長さの白杖を持っていても、太った人と痩せた利用者では肩幅が違うために、太った人のほうが杖を振りきったところで障害物に当たる場面が多くなることが予測される。また、駅構内などで、杖を短く持った場合でも同様のことが予測される。
2. 歩幅が半分になると壁を伝った場合に石突が壁に当たる回数は2倍になり、死角となる部分の面積は小さくなると考えられる。