

効率の良いとんぼのかけ方

文教大学 情報学部 経営情報学科 4年

99P21104 服部 洋一郎

1 はじめに

私は現在、趣味でサッカーをやっています。以前に友人達と『誰にも縛られない自分達で活動するサッカーチームを創ろう』という話になり、数人の友人とで地元でサッカーチームを創設しました。このチームは年配の指導者や監督は居なく、メンバー全員の年齢層が近く自由と自己責任を重視するチームです。その為か人が人を呼び現在では20人を超えるメンバー編成になりました。

そんなチームなので、チーム内の仕事も全員で行っています。その仕事の中の一つに【とんぼがけ】というものがあります。これは、グラウンドを練習や試合で使用した後【とんぼ】という用具を使ってグラウンド内の足跡や起伏を均し、整備する事です。このとんぼがけは意外に時間がかかる上、運動した後に行うので皆の疲労も少ないものではありません。また、グラウンドを使用する際は大体使用時間というものが定められており、この使用時間内に練習、試合だけでなくグラウンド整備も終わらせ撤収しなくてはなりません。その上、現在私達が使用できるグラウンドは2つしかなく、一区切り2時間の貸し出し時間で予約が詰まっています。時間内に整備も終わらせなくてはその後グラウンドを使用するチームの使用時間を侵害することになり、迷惑をかけることになります。

そこで私は、この整備の時間を短くすることによって試合後の疲労を軽減し、グラウンドの使用時間を長くしようと思いました。この研究によって、どのようにとんぼをかければグラウンド整備が効率よく終わるかを調べていきたいと思います。

この研究はある広さのフィールド内を一定の幅を持った道具で引き歩いた時、その進路によって整備が完遂する時の時間の違いを調べるものです。この研究は、ビルの窓拭きや畑の収穫路の進路等多くの応用分野があると思われます。その為、今回のとんぼがけによるグラウンド整備だけに留まらない研究であると思われます。

この論文では

2章で現在の状況、問題点を表します。

3章でその問題を解決する為の条件を定義します。
4章ではとんぼのかける方向による時間の違いを調べます。
5章ではとんぼをかける人数によつての違いを調べます。
6章は4章5章で得た結果から新たな手法を模索します。
そして最後に7章でまとめを出したいと思います。

2 現状と問題点

ここでは今現在の状態と問題点を挙げます。

グラウンド整備にはとんぼがけというものがあります。とんぼがけとは、とんぼと呼ばれる整備用具を使用してグラウンドを引いて歩き、凹凸や足跡を整備する事を言います。

現在私が行っている整備の方法は、サイドラインに皆で並んで正面のサイドラインに向かっていっぺんとんぼを引いて歩いています。これは後に紹介する縦方向への整備と同じです。また、稀に回転しての整備も行います。これらの整備法の決定は、特に意識をして選んではいません。

このようなグラウンド整備は、意外に時間と労力がかかります。ダラダラやればそれだけ時間がかかるので前もって整備の時間を多めに見積もらなければなりません。そうすれば実際に試合をする時間が少なくなってしまいます。私の一番解決したい問題点はここにあります。如何にグラウンド整備の時間を少なくし、実務(サッカー)の時間を増やすか、という事が目標です。

そのために私は、とんぼのかけ方によつて整備のスピードは違うのか。また違いがあれば、どのようなかけ方が時間を上手く使えるのか、を調べていきたいと思います。

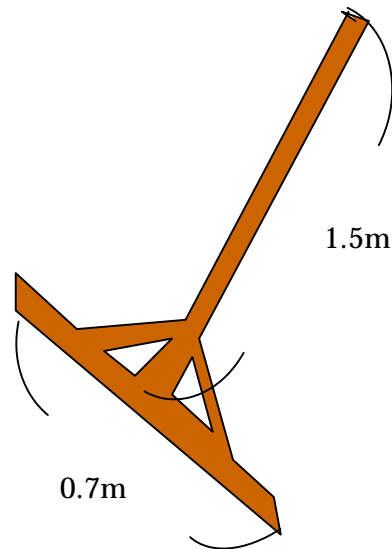
次の章は整備のスピードを計る上での物差しを定めます。

3 条件定義

今回の研究に使用する道具やグラウンドのサイズやその他の設定をここで説明及び定めたいと思います。

【とんぼ】

まず、さきほどから出ている【とんぼ】とは何なのかを説明します。



(図 1.とんぼ)

とんぼとは、グラウンド整備に主に使われる柄の長さ 1.5m、幅 0.7m程の木製や鉄製の整備用具です(図 1)。使用方法は体の前に突き出し、押してグラウンドを均したり、体の後ろにおいて引き歩いて均す方法等があります。テニスコートの整備に使うブラシと同じような用途で、レーキとも呼ばれる事があります。また建築の場では、流し込んだコンクリートを平らに均す為に使われることもあります。

【グラウンドのサイズ】

ここでとんぼをかけるグラウンドのサイズを定めたいと思います。今回使用するサイズは、サッカーの国際試合で使用できるサイズを参考にしました。ここで国際試合用のサイズとは、以下の基準の満たすコートサイズを指します

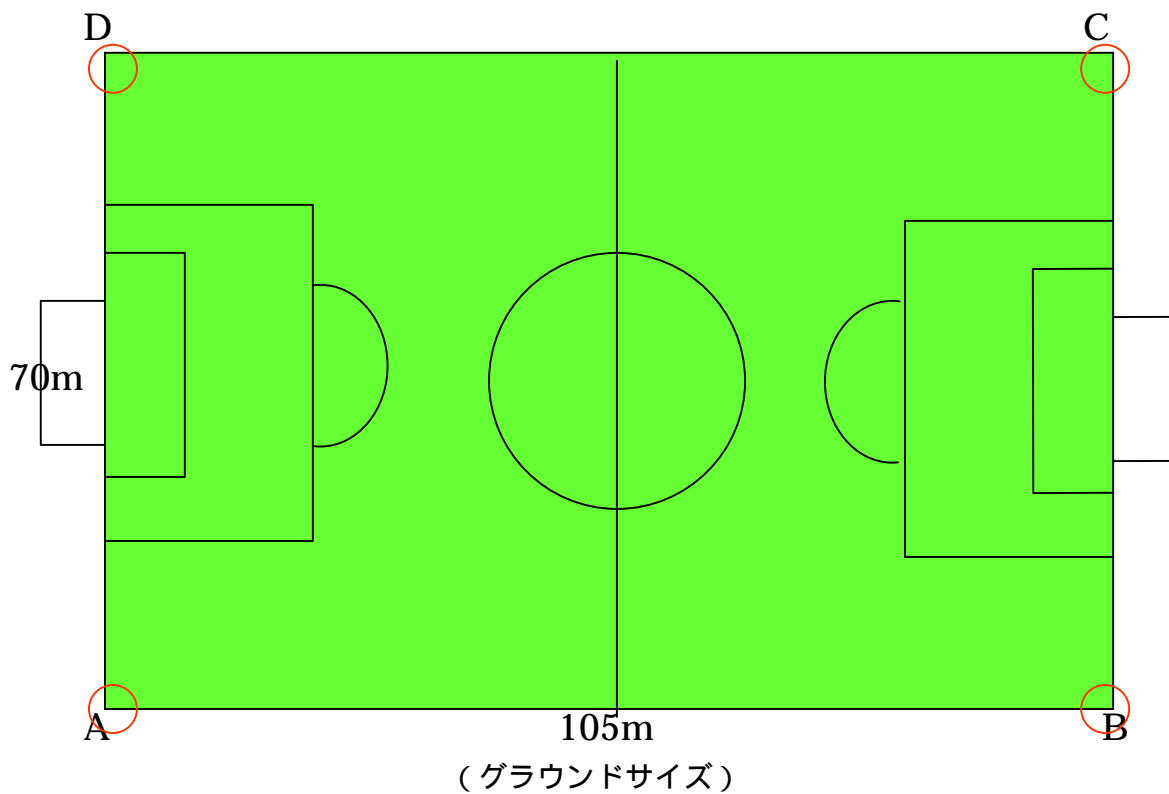
国際試合用のサイズ

横幅 (サイドライン)	最小	100m (110yd)
	最大	110m (120yd)
縦幅 (ゴールライン)	最小	64m (70yd)
	最大	75m (80yd)

本研究では、横 100m ~ 110m の間をとって 105m、縦は 64m ~ 75m の間をとって 70m

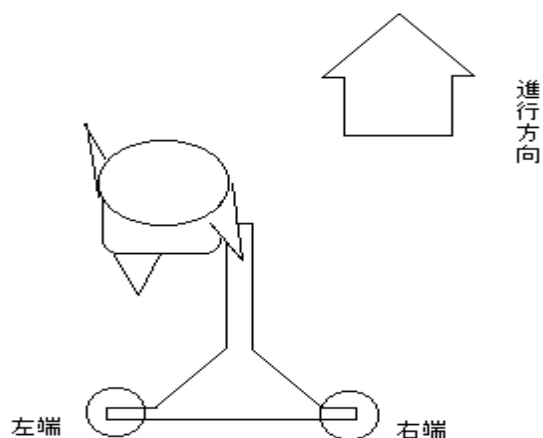
の広さのグラウンドとしました。また、グラウンドの4つの角は左下の角をAとして逆時計回りにB、C、Dとしました。

また、横方向に引いてあるラインのことをサイドライン、縦方向に引いてあるラインのことをゴールラインといいます。



【とんぼのかけ方】

今回は図2のようにとんぼを体の後ろにおいて、引いて歩くことにします。その際、進行方向に向かってとんぼの左側を左端、右側を右端と呼びます。(図2)



(図2.とんぼのかけ方と進行方向)

【歩く速度】

とんぼをかけるときは、人間がそれを引いて歩くことになります。その為、とんぼの進行速度は人間の歩行速度と同じと考え、

人の歩行速度 時速 4km

分速 66.7m 67m

と、します。

【方向転換の時間】

とんぼをかけて歩いていると、いずれゴールラインなりサイドラインなりにぶつかるときが出てきます。その際、方向転換する必要があります。その方向転換にかかる時間を次のように決めました。

- ・ 180 度方向転換し、再び歩き始めるまでにかかる時間を 1 秒
- ・ 同じく 90 度方向転換し歩き始めるまで 0.5 秒

と、します。この数値は私が実際に行って出た数値です。

【スタート地点に着くまでの時間、とんぼの収納の時間】

実際の整備では、とんぼを用具置き場から持って来てスタート地点に着くまでの時間、整備が終わって用具を片付ける時間というものがありますが、今回の研究ではその時間は無視し、とんぼのかけ方によっての時間の違いのみを調べたいと思います。

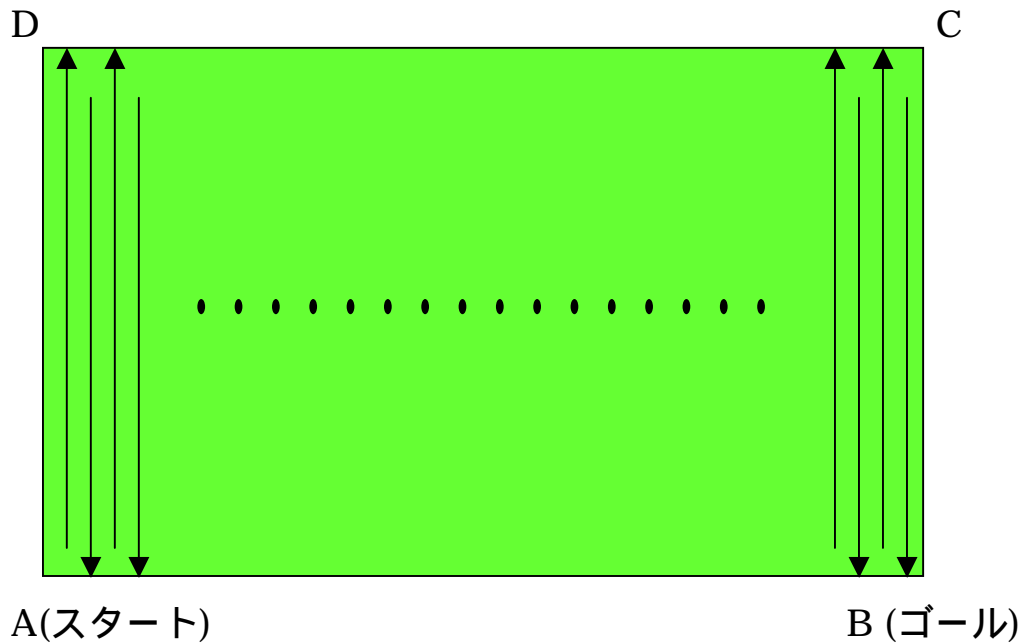
これまでの数値や設定を基に実際にとんぼをかけてみて、かけ方の違いによる変化があるかどうかを調べます。

4 かけ方の方向による違い

ここでは 1 人でとんぼをかけたときの変化を調べます。

4 - 1 縦方向への整備

まず、縦方向への整備について検証したいと思います。



縦方向への整備の手順

STEP 1 点 A にとんぼの左端をあわせる

STEP 2 辺 AD に沿って辺 CD 方向へ進む。

STEP 3 とんぼ自体が辺 CD に着いたらとんぼの右端を支点に 180 度回転して辺 AB へ向かう

STEP 4 とんぼ自体が辺 AB に着いたらとんぼの左端を支点に 180 度回転して辺 CD へ向かう。

STEP 5 STEP 3、STEP 4 を繰り返し、点 B にとんぼの左端が着いたら終了。

この手順でグラウンド全体を整備し終えるには、
横の長さ ÷ とんぼの幅 = とんぼの幅何本で横の長さをまかなえるかと、なりますので、

$$105\text{m} \div 0.7\text{m/本} = 150 \text{ 本}$$

と、なり縦方向 70m の距離をとんぼで 150 本歩くことが必要であると出ます。

したがってグラウンド全体を整備するのにかかる総距離は

$$70\text{m/本} \times 150 \text{ 本} = 10500\text{m}$$

であるとわかります。

この総距離を人がとんぼをかけて歩くのにかかる時間は

$$10500\text{m} \div 67\text{m/分} = 156.71 \quad 156.7$$

秒単位まで出すと **156 分 42 秒**と、なります。

次にサイドラインで 180 度方向転換する時間の合計を計算します。サイドラインで方向転換する回数は、【横の長さ ÷ とんぼの幅】で出ますので 150 回となります。

なお、スタート地点である A では方向を定めた後に時間を計り始めるため、方向転換に要する時間は無いとします。

つまり、サイドラインで方向転換する回数とその時間の合計は、

$$(\text{方向転換の回数} - \text{スタート時の 1 回}) \times 1 \text{ 秒}$$

と、なります。これより

$$(150 - 1) \times 1 \text{ 秒} = 149 \text{ 秒}$$

149 秒を分に直すと **2 分 29 秒**と出ます。

この二つの時間の合計が縦方向へのとんぼがけの合計時間であると言えます。その合計は

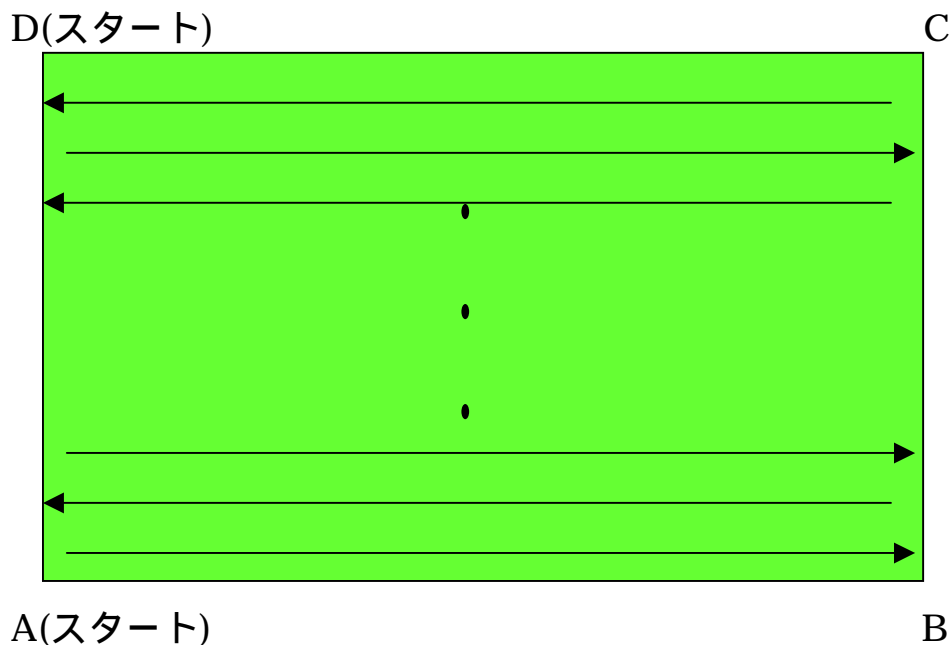
縦方向への整備の時間

$$156 \text{ 分 } 42 \text{ 秒} + 2 \text{ 分 } 29 \text{ 秒} = \underline{159 \text{ 分 } 11 \text{ 秒}}$$

と、なります。

4 - 2 横方向への整備

次に、横方向への整備を行いました。



横方向への整備の手順は、縦方向と基本的に同じで、点 A にとんぼの右端をあわせてスタートし、辺 AD 辺 BC 辺 AD 辺 BC …を繰り返す、最終的に点 D にとんぼの右端が着いたら終了です。

このようにグラウンド全体を整備し終えるには、先程と同じように

縦の長さ ÷ とんぼの幅 = とんぼの幅何本で縦の長さをまかなえるかと、なり、

$$70\text{m} \div 0.7\text{m/本} = 100 \text{ 本}$$

横方向 105m の距離をとんぼで 100 本歩くことが必要であると出ます。

同じようにグラウンド全体を整備するのにかかる総距離は

$$105\text{m/本} \times 100 \text{ 本} = 10500\text{m}$$

と、出ます。

この総距離を人がとんぼをかけて歩く時間は先程と同じく **156 分 42 秒**と、なります。

今度はゴールラインで 180 度方向転換するのですが、これも先程と同じように計算すると、次のように出ます。

$$(100 - 1) \times 1 \text{ 秒} = 99 \text{ 秒}$$

99 秒を分に直し、**1 分 39 秒**と出ます。

この二つの時間の合計が横方向へのとんぼがけの合計時間であると言えます。その合計は

横方向への整備の時間

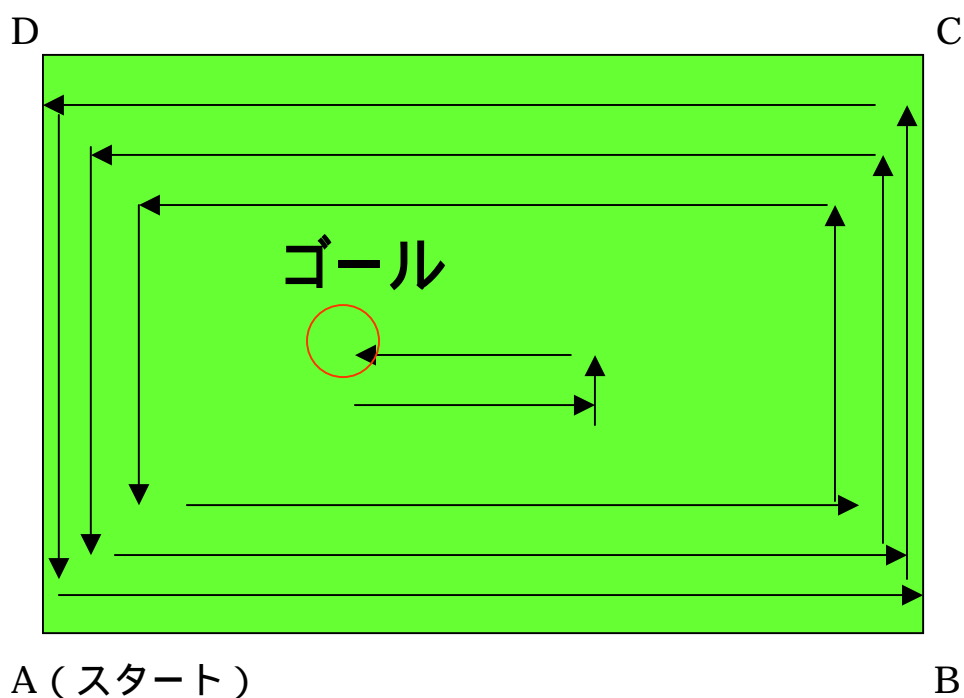
156分42秒 + 1分39秒 = 158分21秒

と、なります。

これら二つの結果から、縦方向、横方向の整備では横方向への整備の方が50秒早いという事がわかりました。

4 - 3 回転しての整備

次に、回転しての整備、厳密には点A地点から内周を通る歩路の整備を行いました。



回転しての整備の手順

STEP 1 点A地点にとんぼの右端を合わせてスタートし、辺ABに沿って辺BC方向へ向かう。

STEP 2 辺BCにとんぼが着いたら左方向へ90度方向転換し、とんぼの左端と辺BCの接点にとんぼの右端をあわせる。

STEP 3 辺BCからとんぼの幅分の0.7mを引いた距離を辺BCに沿って辺CD方向へ向かう。

STEP 4 辺 CD にとんぼが着いたら STEP2、STEP3 と同様に行動し、辺 AD 方向へ向かう。

STEP 5 辺 AD にとんぼが着いたら STEP2、STEP3 と同様に行動し、辺 AB 方向へ向かう。

STEP 6 辺 AB 方向へ向かい、前回整備した走路の左端に着いたら左方向へ 90 度方向転換し、とんぼの左端と前回の整備完了走路の接点にとんぼの右端をあわせる。

STEP 7 前回の整備完了走路に沿って辺 BC 方向へ向かう。

STEP 8 STEP 6、STEP 7 と同様の行動を繰り返す。

STEP 9 最後の一本は、とんぼの右端、左端の両端が整備完了走路に接した状態の一本で終了。

回転するように周り、とんぼをかける距離を最初の三本は 0.7m ずつ短く、以降は 1.4m ずつ短くしていく。その結果、グラウンド全体を整備するのにかかる総距離は、 $105\text{m} + 69.3\text{m} + 104.3\text{m} + 68.6\text{m} + 103.6\text{m} + \dots + 35.7\text{m} = 10500\text{m}$

とんぼをかけて 10500m を歩く時間は 156 分 42 秒で前の二つの例と同じです。

$105\text{m} + 69.3\text{m} + \dots + 35.7\text{m}$ の本数は 199 本です。それにより方向転換の回数とそれにかかる時間は

$$199 - 1 = 198 \quad 198 \times 0.5 \text{ 秒} = 99 \text{ 秒}$$

99 秒を分に直すと 1 分 39 秒です。

このふたつの数値をあわせると

$$156 \text{ 分 } 42 \text{ 秒} + 1 \text{ 分 } 39 \text{ 秒} = 158 \text{ 分 } 21 \text{ 秒}$$

と、なりました。

これは、回転整備が横方向整備と変わらない早さである事がわかりました。

4 - 4 これまでの結果から言えること

ここまでの結果から、

- ・ 縦方向、横方向の違いだけでも変化はある
- ・ なるべく一度に長い距離を歩く方がよい
- ・ 方向転換の回数は少なく、角度は小さく取ると時間の短縮になる

という事が言えそうです。

次は、この3つの結果をふまえて複数人での場合を検証したいと思います。

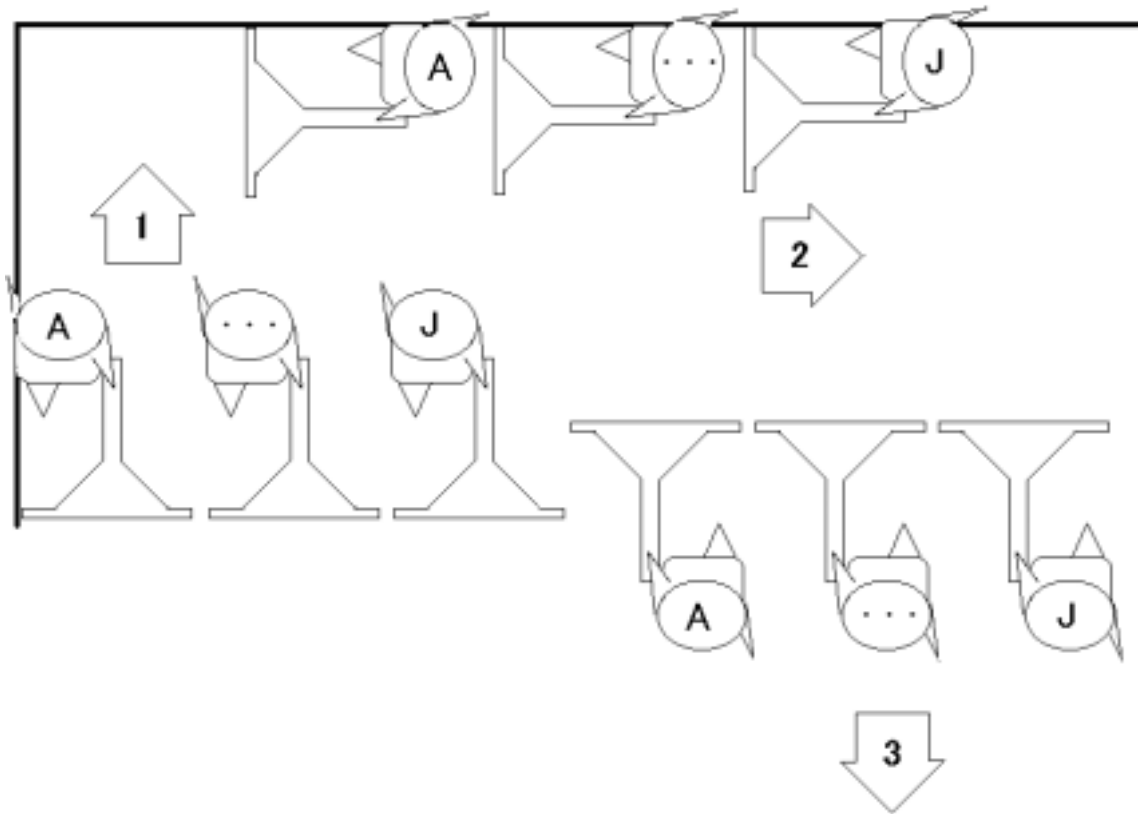
5 複数人での整備

ここでは縦、横、回転しての整備を複数人で行った場合の違いを調べたいと思います。また、ここでの複数人は10人として考え、1人で行った場合との違いを比べて見ていきます。

複数人での整備の設定

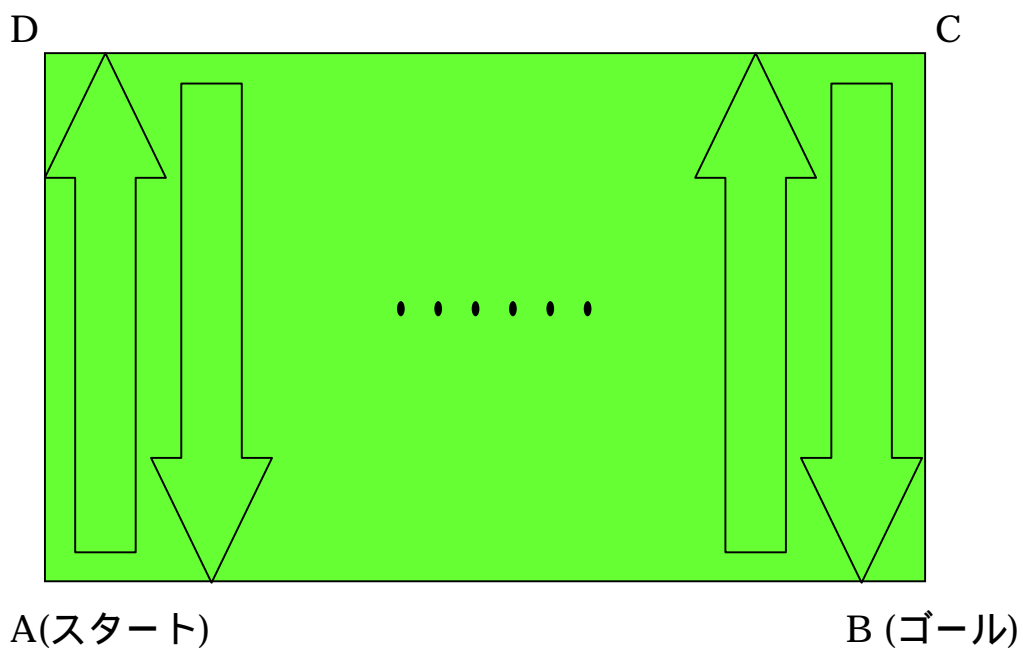
- ・ 10人でとんぼを並んでかけます。
- ・ 10人全員が同時にスタートし、同時に方向転換します。

この際、とんぼをかけてサイドライン、ゴールラインに着いた時の方向転換は、図3の矢印2のように前の人間と同じ動きをして歩きます。その時、前の人間が引き歩いた走路を後ろの人間は重複して引き歩くことになります。



(図 3.複数人方向転換)

5 - 1 縦方向整備を複数人で



整備の方法は1人の時と基本的に同じです。サイドラインに着いてから動きは前述の通りです。

105mを0.7m×10人で1本とすると

$$105\text{m} \div 7\text{m/本} = 15 \text{ 本}$$

となり、70mを15本で全面を通ることができます。(1人当たり)

10人でいっぺんに歩き出すので

$$700\text{m} \times 15 \text{ 本} = 10500\text{m}$$

で全面を通ります。

10人が一分間に歩く総距離は

$$67\text{m/分} \times 10 \text{ 人} = 670\text{m/分}$$

です。

次に方向転換ですが、サイドラインに着いてから新たにとんぼをかけるポジションに行くまでに歩く距離は

7m(10人分のとんぼの幅) - 0.7m(自分のとんぼの幅)で6.3mの距離を歩きます。

この6.3mの距離は方向転換の分だけあるので、

(15 - 1) × 6.3m = 88.2m 1人当たり歩き、10人だと882mになります。

方向転換は一回折り返すのに90度ターンを二回必要としますので、

$$\{(15 - 1) \times 2\} \times 0.5 = 14 \text{ 秒}$$

が必要です。

これらをあわせると

$$10500\text{m} + (88.2\text{m} \times 10 \text{ 人}) = 11382\text{m}$$

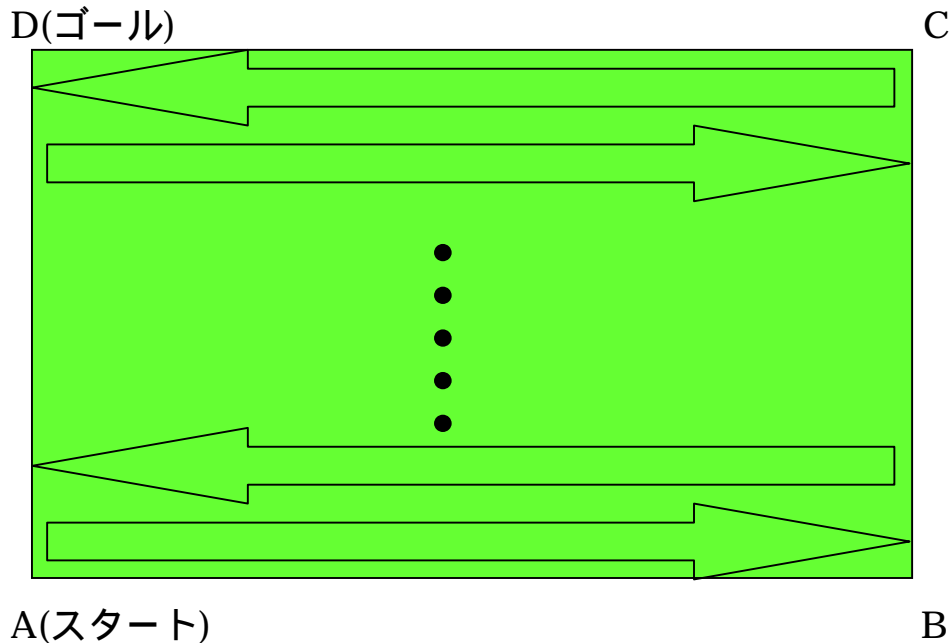
$$11382\text{m} \div 670\text{m/分} = 16.988 \text{ 分}$$

16.988分は約17分と考え、

$$17 \text{ 分} + 14 \text{ 秒} = 17 \text{ 分 } 14 \text{ 秒}$$

と、出ます。

5 - 2 横方向整備を複数人で



基本的に上記の例と変わりません。

$$70\text{m} \div 7\text{m/本} = 10 \text{ 本で}$$

105m を 10 本で全面を通ることができます。(1人当たり)

10人でいっぺんに歩き出すので

$$1050\text{m} \times 10 \text{ 本} = 10500\text{m}$$

で全面を通ります。

全員の歩く距離も同じです。

また、ゴールラインに着いてから新たにとんぼをかける所に行くのにかかる距離は

10 - 1 = 9 回 9 回 × 6.3m = 56.7m (1人当たり) 全員で 567m になります。

方向転換も同じく一回折り返すのに 90 度ターンを二回必要とするので

$$\{(10 - 1) \times 2\} \times 0.5 = 9 \text{ 秒}$$

と、なります。これらをあわせて

$$10500\text{m} + (56.7\text{m} \times 10 \text{ 人}) = 11067\text{m}$$

$$11067\text{m} \div 670\text{m/分} = 16.51$$

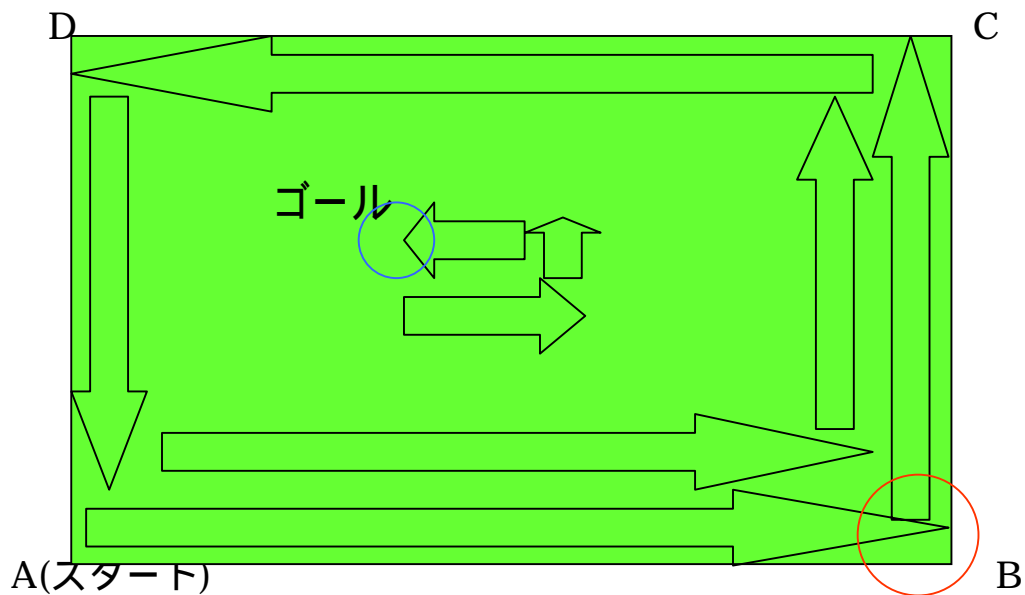
16.51 分を秒まで表すと 16 分 30 秒

16分30秒 + 9秒 = 16分39秒

と、なります。

1人のときに比べて複数人の場合は、上記ふたつの実験からターンの回数の差による時間の変化だけでなく、実際に歩く距離にも変化が表れました。

5 - 3 回転整備を複数人で

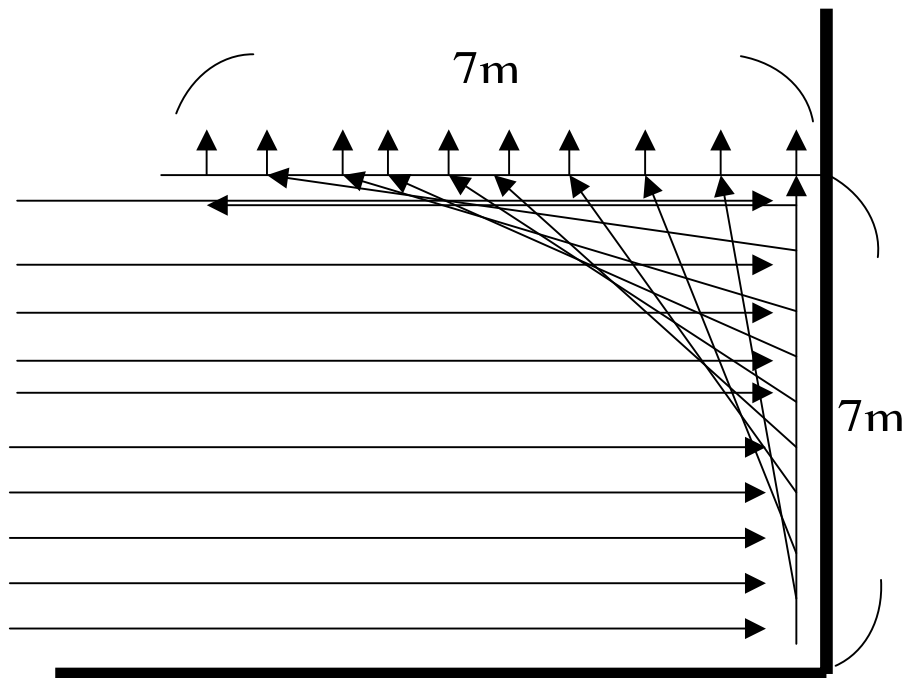


回転整備を複数人で行う際、歩くコースによってターンの箇所での歩く距離に若干の違いが出た。最も歩く者で 6.3m。ターンの回数が多い者で 180 度ターンと 90 度ターンを一回ずつ行わなければ次の方向が定まらなかった (図 4)。

複数人整備は同時スタート、同時方向転換と設定しているので、ここでは一番遅い者に歩みを合わせて考えます。そうすると一番遅い者は 6.3m 歩き、180 度ターンと 90 度ターンを一回ずつ行っていた。

$$6.3\text{m} \div 1.1\text{m/秒} = 5.7 \text{ 秒}$$

$$5.7 \text{ 秒} + (1 \text{ 秒} + 0.5 \text{ 秒}) = 7.2 \text{ 秒}$$



(図 4.赤丸箇所のターンの様子)

その結果、方向転換に要する時間は一番遅い者で 7.2 秒かかります。この時間に他の者は合わせて行動しました。

ターンの回数は 18 回

$$18 \text{ 回} \times 7.2 \text{ 秒/回} = 129.6 \text{ 秒}$$

129.6 秒は 2 分 10 秒とする。

歩く距離とそれにかかる時間は

$$10500\text{m} \div 670\text{m/分} = 15.67 \text{ 分}$$

15.7 分とし、秒単位まで出すと 15 分 42 秒。上記のターンにかかる時間と加えると

$$15 \text{ 分 } 42 \text{ 秒} + 2 \text{ 分 } 10 \text{ 秒} = 17 \text{ 分 } 52 \text{ 秒}$$

この結果、一人整備の際に横方向整備と並んで早かった回転整備は、複数人で行った際には最も遅い結果となりました。

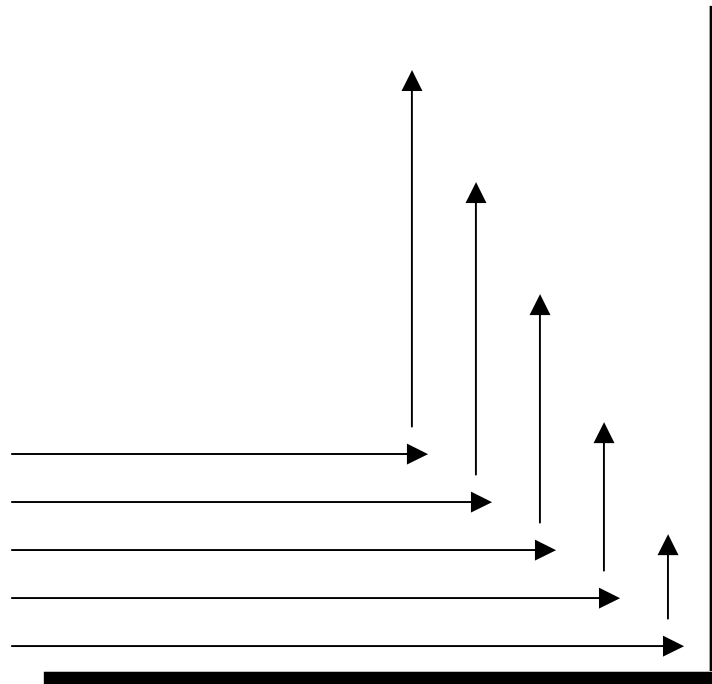
これは、一人整備の時にわかったターンの回数による時間の短縮効率悪かったこと、方向転換の回数と角度の効率が悪かったことが影響していると思われます。

次は、この回転整備の効率の悪い方向転換の回数と角度を修正してみます。

6 新しい手法

6 - 1 重複箇所の撤廃と方向転換の修正

5 - 3の回転整備では、ターン、方向転換が早く終わる者は一番遅い者が終わってから同時にスタートしていました。今回はそれをなくし、早く終わる者はすぐに自分のルートを歩きます。また、重複箇所も無くすためにあらかじめ各々に決まったルートを歩かせます。(図5)



(図5.決まったルートを歩く)

こうすることによって

- ・ 再スタートまでの各自の時間の差、ロスの撤廃
- ・ 重複箇所(新たにとんぼをかける箇所にいくまでの距離)の撤廃
- ・ ターンに使う時間の削減

が、可能になります。この3つの項目を踏まえて回転整備を行いました。

その結果、ターンを含めない時間は17.36、約17.4分、17分24秒かかります。ターンの回数は18回で、全て90度ターン一回で次の方向が定まりました。

$$18 \text{ 回} \times 0.5 \text{ 秒/回} = 9 \text{ 秒}$$

全ての整備が終わるのには

$$17 \text{ 分} 24 \text{ 秒} + 9 \text{ 秒} = 17 \text{ 分} 33 \text{ 秒}$$

17分33秒かかりました。

この結果だけを見ると、先程の効率の悪い回転整備の 17 分 52 秒に比べれば 19 秒ほど時間を短縮することができました。しかし、それでも横方向整備はおるか縦方向整備の 17 分 14 秒にも届かない 3 つの中で最も遅い結果となりました。

しかしこの時間は、回転整備の全ての整備が終わるまでであって、他の整備はもっと早くに終わっています。それは、回転する際の内周と外周の差による距離の違いです。

実際に、最も外側のルート（以下、大外）は整備終了までターンを含めて 17 分 33 秒かかっていますが、最も内側のルート（以下、最内）はターン 17 回（最後の一回は 90 度ターンではなく 180 度ターン）を含めて 14 分 9 秒で整備終了しています。今回の例ではこの差 3 分 24 秒の間、最内の人間は何もしていません。

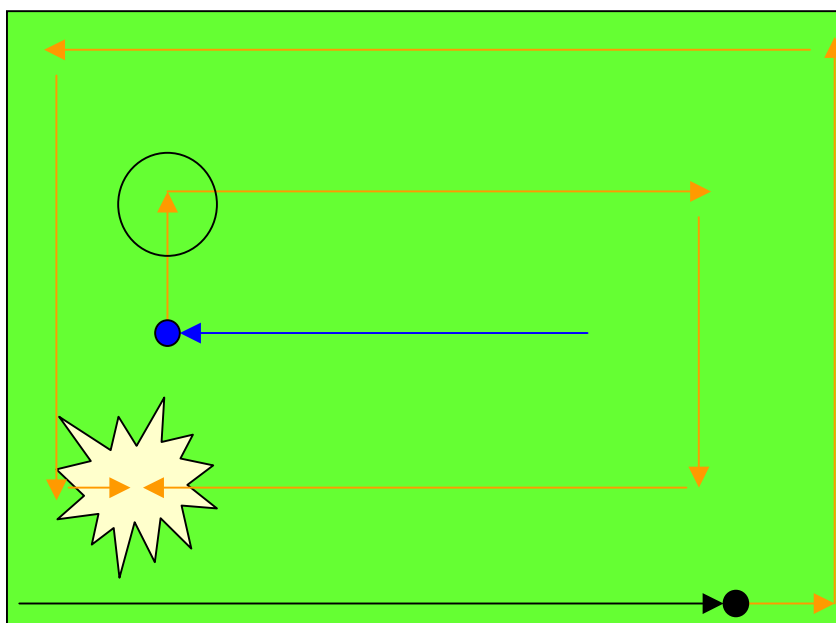
そこで次は、自分のルートを整備し終わったものから順に外側のルートを逆回りに整備して、まだ整備を終えていない者と接触するまで歩こうと思います。

6 - 2 回転整備折り返し方式

最内の人間は 14 分 9 秒で整備を終わらせます。その時大外の人間は整備終了まであと 3 分 24 秒かかります。

最内はゴールまでに 933.1m 歩きます。一方大外はゴールまでに 1163.4m 歩きます。その差は 230.3m です。

この距離プラス最内は整備終了してから大外のゴールポイントに行くまでに 6.3m 歩きます。その際、最内が大外のゴール地点を通過する距離と、大外がゴールまでに要する距離が重複します（図 6 丸印の箇所）。



(図 6.折り返し重複箇所と接触地点)

その重複をなくす為に 0.7m をマイナスします。そうすると

$$230.3\text{m} + 6.3\text{m} - 0.7\text{m} = 235.9\text{m}$$

と、出て最内と大外 2 人で 235.9m を整備する必要があります。235.9m は繰り上げて 236m として考えます。

2 人で 236m を整備するので

$$236\text{m} \div 2 \text{ 人} = 118\text{m}/\text{人}$$

1 人当たり 118m を整備します。

その 118m の内訳は

	1 本目	2 本目	3 本目	4 本目	5 本目	
最内	6.3m	+ 48.3m	+ 13.3m	+ 50.4m		= 118.3m
大外	3.5m	+ 27.3m	+ 62.3m	+ 20.3m	+ 4.9m	= 118.3m

最内 4 本目の 50.4m は、大外と接触するまでの距離。

大外 1 本目の 3.5m は、最内が 14 分 9 秒でゴールした時点のルートの整備残り。5 本目の 4.9m は最内と接触するまでの距離。(図 6.星印の箇所)

この距離を歩くのにかかる時間は

$$118.3\text{m} \div 67\text{m}/\text{分} = 1.76 \quad 1.8$$

秒単位まで表すと 1 分 48 秒と、なります。

これにターンの時間を加えますが、ターンはそれぞれ 4 回ずつありました。最内は各ルートにつき 1 回ずつ、大外は 2 ~ 5 本目のルートの始めに一回ずつありました。

$$0.5 \text{ 秒} \times 4 \text{ 回} = 2 = 2 \text{ 秒}$$

$$1 \text{ 分 } 48 \text{ 秒} + 2 \text{ 秒} = 1 \text{ 分 } 50 \text{ 秒}$$

この時間が 118.3m を整備するのにかかる合計時間です。この時間と 14 分 9 秒を加えると、最内の人間、大外の人間が止まらずに整備をした際にかかる時間の合計となります。

$$14 \text{ 分 } 9 \text{ 秒} + 1 \text{ 分 } 50 \text{ 秒} = 15 \text{ 分 } 59 \text{ 秒}$$

複数人整備の結果



この結果から、回転整備の折り返し方式では 15 分 59 秒と、折り返しをしない整備 17 分 33 秒に比べて 1 分 34 秒短縮することに成功しました。この数値は今まで一番早かった横方向整備の 16 分 39 秒と比べても 40 秒も早くなっています。

問題点

これまでに行った実験から、回転整備の折り返し方式が最も効率良く整備を終える事ができるとわかりました。

しかし、この回転整備の折り返し方式はグラウンドに予め折り返すポイントが作られていることが前提となっています。もしポイントがなかったら大外の人とはともかく、その内を整備する人は目測で進まなければなりません。広く目印の無いグラウンドにおいて目測で正確に整備を成し遂げるのは非常に難しいと思われます。

しかし、もし目印となるものがあるのならば、この方法は大変すばやく整備を終えることが出来る事もわかりました。

7 結論と考察

以上の結果、問題点を踏まえた上で、結論を出したいと思います。

効率良く整備を終える為には

- ・ なるべく長い直線を通る
- ・ ターンの回数を減らし、角度も鈍く取る
- ・ 重複箇所を出来る限り無くす
- ・ 目印となるもの、人を適所に配置する

と、いう要因が影響すると思われます。

今回試した方法の中で最も早かった回転整備の折り返し方式は、数値の上では最も早く、効率良く整備を終えられました。しかし、この方法は各々が歩くルートが明確になっていることが必要です。そのルートを明確にするためには、事前にターンの箇所や折り返すポイントをグラウンドに標さなくてはなりません。そしてこの事前準備は手間がかかります。

それに対して横方向整備は、長い直線、少ないターンと重複箇所等、上記の結論の要因を踏まえています。これは、単純でありながら優秀な方法であるといえそうです。また、実際の現場においても横方向への整備というのは、私は見かけたことが無い為、提案してみる価値（実際に行ってみる価値）があると言えるのではないのでしょうか。

そこで私は、今回実験した整備のパターンの中から、横方向整備が実際の現場では効率が良い整備の仕方であると結論付けたいと思います。

しかしこの結論は、あくまで今回私が実験したパターンの中での結論です。今回実験した整備パターン以外にも多くの整備パターンがあるかと思います。その中で私は独創的な整備パターンを見つけられるよう日々観察眼を磨いていきたいと思います。

8 謝辞

本論文を完遂させるにあたって、担当講師である根本俊男助教授には大変お世話になりました。また常に私にプレッシャーを与え続け、発表会を滞り無く進行してくれた3年生、そして何より常に的確なアドバイスと鋭い突っ込みを与えてくれた4年生には、ただ感謝の思いです。本当にありがとうございました。