

逸脱検出検証試験

1. 検証試験内容

学校の遠足の行き帰り及び休憩場所において、児童 1 人 1 人を識別する ID を付与した子機（試験機）を携帯した児童が、集団から逸脱したときに、先生が親機（試験機）と接続した管理用 PC により把握する。

2. 検証パターンと調査データ

(1) 検証試験対象者

小学生 12 名

(2) パターン設定

(ア) 遠足調査場面

- ・ 遠足の往路
- ・ 休憩場所（公園）での遊び時間

(イ) 子機の設定

【A】パターン：全児童に取り付けた試験機が中継を行う。

【B】パターン：3 児童だけが中継機能を有し、他の児童は、発信のみで中継しない。

全子機が中継を行うと、それぞれの子機で中継処理に時間がかかり遅延が発生する可能性が考えられるので、その影響を測定するため、A、B 両パターンの試験を実施する。

(ウ) 子機からの ID 送信周期（把握周期） 1 秒、3 秒、5 秒、10 秒

(エ) 逸脱検出周期 10 秒

逸脱検出周期が ID 送信周期よりも短い場合、逸脱を重複して誤検出するため、また、短い時間での通信リンク切れによる逸脱検出をさけるため、本試験では 10 秒で試験を実施した。

(3) 調査データ収集

(ア) 逸脱状況の把握

親機：逸脱検出ソフトで、逸脱検出状況を把握しデータを収集する。

子機：逸脱予定の児童が逸脱した場所を把握する。

(イ) インタビュー

先生：逸脱検出試験全般への評価

3. 試験環境

(1) 試験場所・月日

2006 年 10 月 3 日 10:00 ~ 17:00 金沢中央公園

2006年10月4日 8:30～13:00 小松憩いの森

(2) 試験機

クロスボー株式会社 Mote MICAz MPR2400J 2.4GHz

IEEE802.15.4 準拠、ZigBee®版 日本国内技適

試験機は、出力(1mW:0dBm)で試験機ID情報(パケット)発信した。

(3) 試験用 PC

ソニー株式会社 V10 type U VGN-UX90PS

スペック：4.5型ワイドTFTカラー液晶

約幅150.2mm×高さ32.2～38.2mm×奥行95mm(最大突起部100.5mm)

約520g～532g

(4) 逸脱検出試験ソフトウェア

試験機からの情報を親機で収集し、その情報をパソコンで動作する逸脱検出用ソフトウェアを開発し、インストールして試験に使用した。

本ソフトウェアは、以下の機能を有する。

(ア) 設定した子機が通信エリアに存在する・しないを識別する

(イ) 子機が通信エリアから存在しなくなった場合(逸脱)にアラーム(警告音)が発生し、PC画面上で把握できる

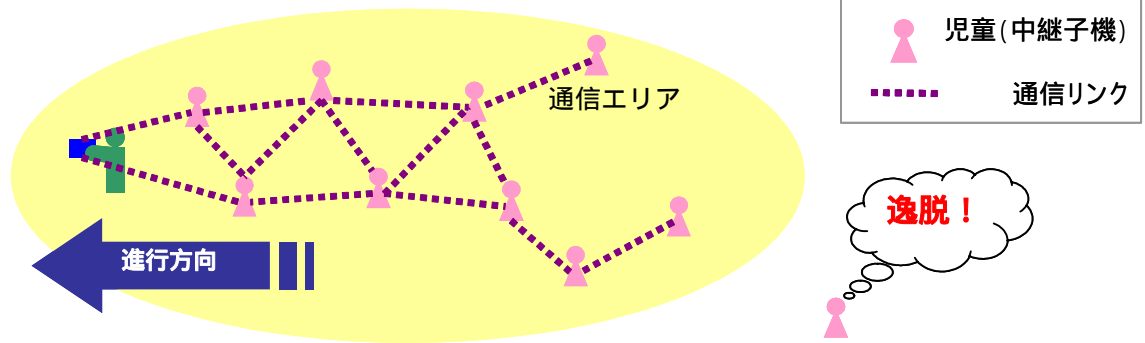
(ウ) 子機が通信エリアに復帰した場合(逸脱回復)は、その子機に対応するPC画面上の表示を削除する

(エ) 子機が通信エリアから存在しなくなった場合のデータを記録する

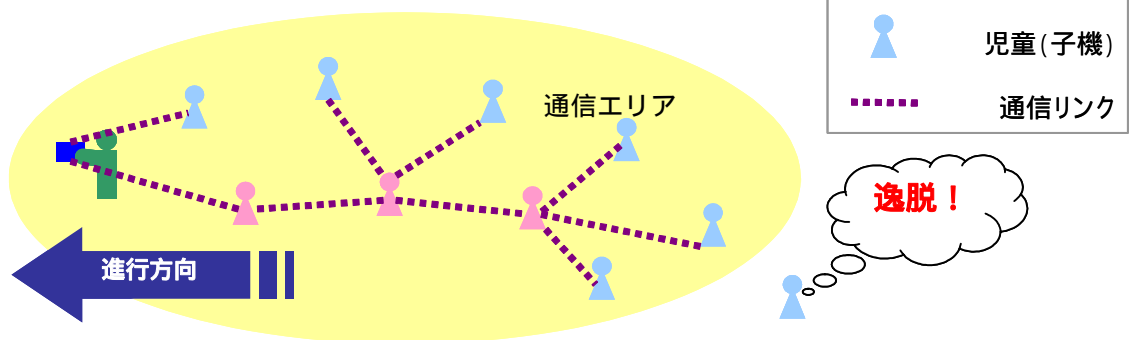
4 . 逸脱検出試験イメージ

< 遠足往路 >

**[A] パターン 全子機が中継
遠足往路**



**[B] パターン 一部の子機(3機のみ)が中継
遠足往路**





遠足行進中

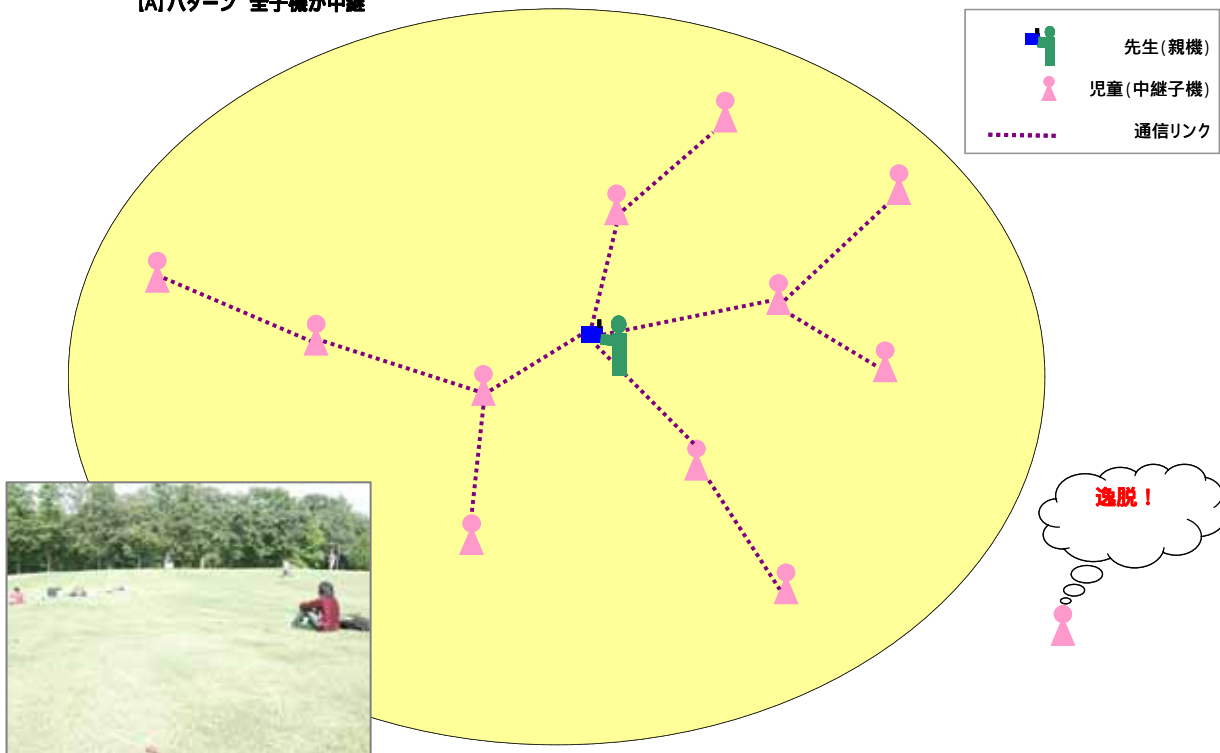
信号で逸脱

逸脱回復を確認

図1 逸脱検出試験（遠足往路）イメージ

< 休憩場所（公園） >

[A]パターン 全子機が中継



[B]パターン 一部の子機(3機のみ)が中継

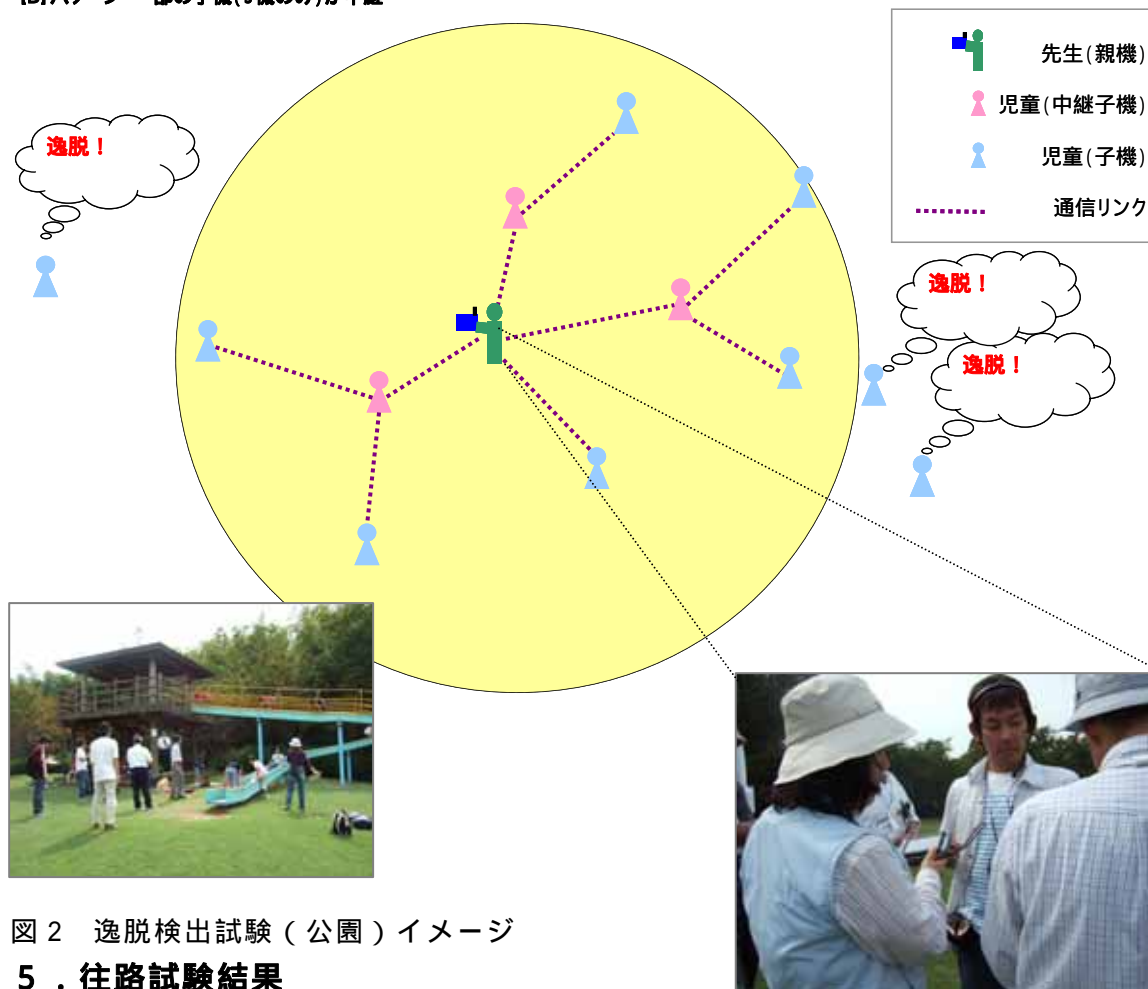


図2 逸脱検出試験(公園)イメージ

5. 往路試験結果

(1) 試験結果データ

逸脱検出往路試験結果を、表1に示す。本試験は、遠足の行進場面において、各試験パターン設定での逸脱開始(開始指示による)から想定した逸脱(1人、3人)を検出するまでの時間とその間の逸脱検出状況を集計したものである。

表1 往路逸脱検出検証試験データ

パターン	子機送信 周期	逸脱検出 の時間	逸脱開始 時間	逸脱検出 時間	逸脱対象子機	逸脱対象以外の子機	状 況
					期待しない 逸脱回数**	期待しない 逸脱回数**	
【A】 1人逸脱	10秒	10秒	11:36:45	11:37:27	1回	1回	親機との間に障害はない
	5秒	10秒	10:51:31	10:52:40	2回	1回	建物の陰、親機見えない
	3秒	10秒	11:16:30	11:17:19	0回	0回	建物の陰ながら親機見える
	1秒	10秒	11:28:00	11:28:50	0回	0回	建物の陰、親機見えない
	5秒	10秒	12:08:15	12:10:37	2回	0回	
	1秒	10秒	11:56:30	11:57:40	0回	0回	建物の陰
【A】 3人逸脱	10秒	10秒	11:40:26	11:41:25	4回	0回	建物の陰、親機見えない
	5秒	10秒	11:07:20	11:08:50	4回	0回	建物の陰、親機見えない
	3秒	10秒	11:21:45	11:22:40	0回	0回	建物の陰、親機見えない
	1秒	10秒	11:31:47	11:32:47	1回	0回	建物の陰、親機見えない
	5秒	10秒	10:09:17***	10:10:14***	6回	1回	建物の陰、親機見えない。4年生 児童9名等が間にいる。隊列に 戻ったとき回復
1秒	10秒	9:25:52***	9:26:49***	0回	0回	建物の陰、親機見えない。4年生 児童9名等が間にいる。No.10は すぐ回復、その他は隊列に戻っ たとき回復	
【B】 1人逸脱	10秒	10秒	-	-	-	-	
	5秒	10秒	14:43:00	14:44:06	2回	0回	建物の陰、親機見えない。親機と の間に障害はない
	3秒	10秒	14:55:11	14:56:02	2回	1回	建物の陰、親機見えない。親機と の間に障害はない
	1秒	10秒	15:10:27	15:11:33	1回	0回	建物の陰、親機見えない
	5秒	10秒	15:27:10	15:28:04	0回	0回	建物の陰、親機見えない。親機と の間に障害はない
	1秒	10秒	15:20:50	15:21:40	1回	0回	建物の陰、親機見えない
【B】 3人逸脱	10秒	10秒	-	-	-	-	
	5秒	10秒	14:51:40	14:52:50	2回	0回	建物の陰、親機見えない。親機と の間に障害はない
	3秒	10秒	14:59:12	15:00:07	2回	0回	建物の陰、親機見えない。親機と の間に障害はない
	1秒	10秒	15:15:30	15:16:18	1回	0回	建物の陰、親機見えない
	5秒	10秒	15:30:40	15:31:42	0回	1回	建物の陰、親機見えない
	1秒	10秒	15:23:40	15:24:40	0回	0回	建物の陰、親機見えない

*：逸脱検出時間とは、先生役がソフト上で全ての逸脱対象試験機の逸脱を確認できた時点の時間である。

**：逸脱開始時間（開始指示）から逸脱検出時間（逸脱を確実に確認した時間）までの間に検出した試験機の逸脱回数をログより算出した。「期待しない」とは、逸脱予定の特定の児童もしくは逸脱予定以外の児童（逸脱しない通信エリア内に存在）が、逸脱検出時間までの間に、リンク切れ等の理由により通信エリア内においても逸脱と検出された回数をいう。この回数が少ない方が安定している。

***：10月4日の試験データ、それ以外は10月3日の試験データである。

(2)PCでの往路試験把握画像

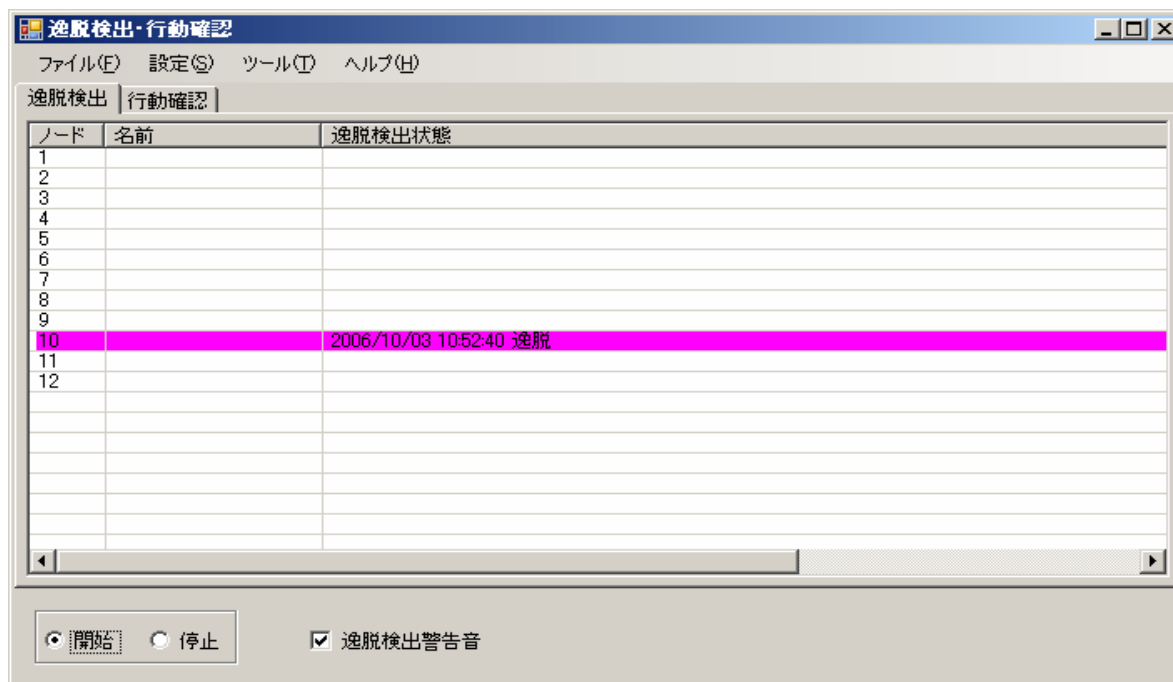


図3 【Aパターン】1人逸脱 5秒 逸脱往路試験

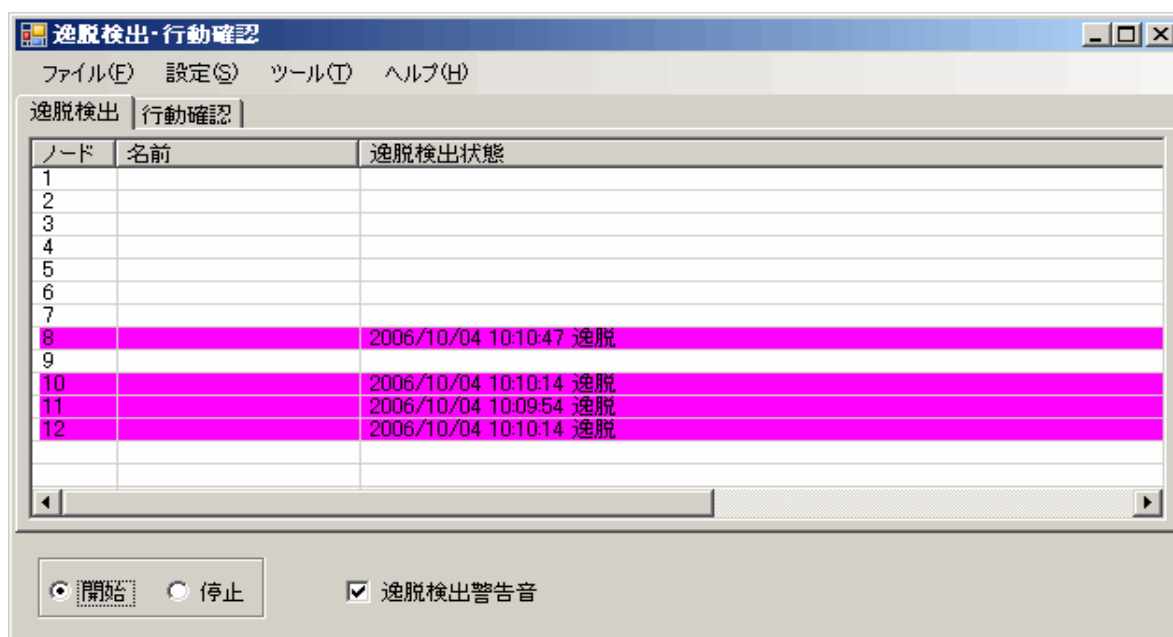


図4 【Aパターン】3人逸脱 5秒 逸脱往路試験

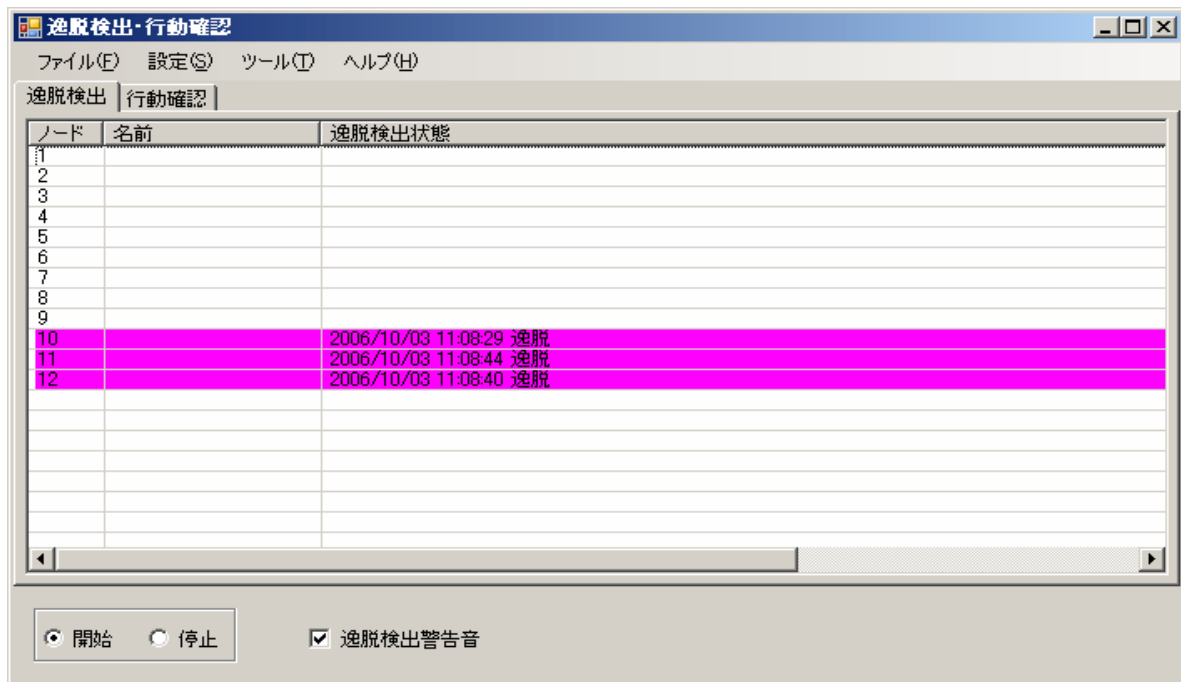


図 5 【B パターン】 3 人逸脱 5 秒 逸脱往路試験

(3) 往路試験分析評価

- (ア) 1 人逸脱においても、3 人逸脱においても、子機の送信周期が長い方が、逸脱の誤検出回数が増える傾向にある。
- (イ) 逸脱予定の子機は、親機から離れるにしたがって逸脱する回数が増えるとともに、逸脱～回復を繰り返す傾向がある。
- (ウ) 遠足の行進においては、一団が同じ方向へ歩き、児童 1 人 1 人の向きが同じ方向に向いているため、逸脱予定者以外の児童の逸脱検出は少なかった。
- (エ) 全員中継する A パターンと 12 名中 3 名の子機が中継する B パターンとの違いはあまり見られなかった。
- (オ) 逸脱検出周期は、ID 送信周期よりも短い場合逸脱を重複して誤検出するため、また、短い時間での通信リンク切れによる逸脱検出をさけるため、10 秒で試験を実施したが、ID 送信周期が 1～10 秒で長くなるに従って逸脱を期待しない逸脱回数が増える傾向にあった。

6 . 広場試験結果

(1) 試験結果データ

逸脱検出広場試験結果を、表2に示す。本試験は、広場で遊ぶ場面において、各試験パターン設定での逸脱開始（開始指示による）から想定した逸脱（1人、3人）を検出するまでの時間とその間の逸脱検出状況を集計したものである。

表2 広場逸脱検出検証試験データ

パターン	子機送信周期	逸脱検出の時間	逸脱開始時間	逸脱検出時間*	逸脱対象子機	逸脱対象以外の子機	状況
					期待しない逸脱回数**	期待しない逸脱回数**	
【A】 1人逸脱	1秒	10秒	13:41:50	13:47:05	6回	43回	非常に不安定。周囲に逸脱対象以外の子供が多数いる。親機との距離が30m以上になると逸脱となる
	3秒	10秒	14:01:40	14:01:57	0回	0回	非常に不安定。安定化した後、測定。周囲に逸脱対象以外の子供が多数いる。親機との距離が30m以上になると逸脱となる
	5秒	10秒	14:10:40	14:11:36	2回	2回	非常に不安定。安定化した後、測定。周囲に逸脱対象以外の子供が多数いる。親機との距離が30m以上になると逸脱となる
【A】 1人逸脱	1秒	10秒	16:37:00	16:38:01	1回	5回	移動中に逸脱の誤検出が多い
	3秒	10秒	16:26:50	16:27:38	1回	0回	移動中に逸脱の誤検出が多い
	5秒	10秒	16:33:24	16:34:08	1回	3回	移動中に逸脱の誤検出が多い
【A】 3人逸脱	5秒	10秒	12:05:19***	12:09:24***	5回	44回	児童が広場とすべり台等の遊具で動き遊び回る。遠く離れていないのに逸脱検出が多い。遊んでいるときに電池はずれがよく発生した
【B】 1人逸脱	1秒	10秒	15:56:40	15:57:40	2回	0回	
	3秒	10秒	16:12:15	16:12:41	0回	1回	逸脱を誤検出する
	5秒	10秒	16:16:25	16:17:41	3回	12回	3秒の時よりも頻繁に逸脱の誤検出がある

*：逸脱検出時間とは、先生役がソフト上で全ての逸脱対象試験機の逸脱を確認できた時点の時間である。

**：逸脱開始時間（開始指示）から逸脱検出時間（逸脱を確実に確認した時間）までの間に検出した試験機の逸脱回数をログより算出した。「期待しない」とは、逸脱予定の特定の児童もしくは逸脱予定以外の児童（逸脱しない通信エリア内に存在）が、逸脱検出時間までの間に、リンク切れ等の理由により通信エリア内においても逸脱と検出された回数をいう。この回数が少ない方が安定している。

***：10月4日の試験データ、それ以外は10月3日の試験データである。

(2)PC での広場把握画像

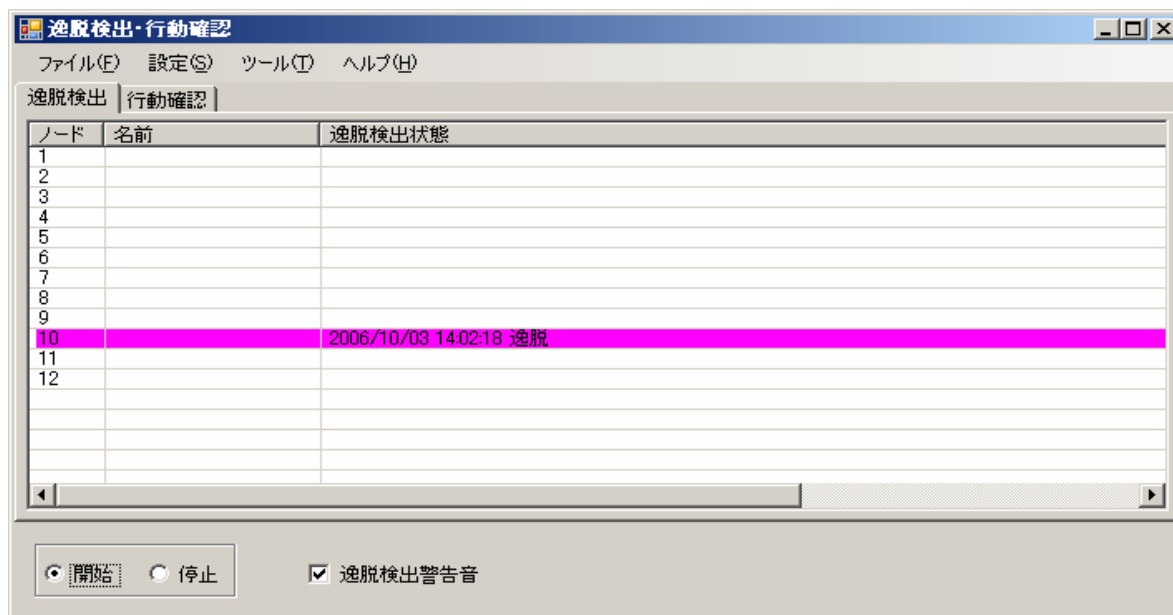


図6 【Aパターン】1人逸脱 3秒 逸脱広場試験

< 【Aパターン】3人逸脱 5秒 逸脱広場試験 時系列推移 >

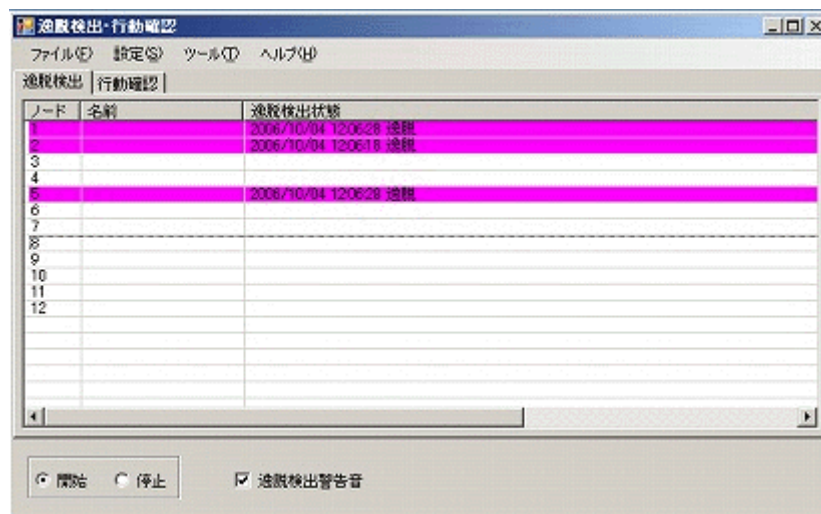


図7 【Aパターン】3人逸脱 5秒 逸脱広場試験 12:6:31

ノード	名前	脱出検出状態
1		
2		
3		
4		
5		2006/10/04 12:06:28 脱出
6		
7		
8		
9		2006/10/04 12:06:38 脱出
10		
11		
12		

開始
 停止
 脱出検出警告音

図 8 【A パターン】 3 人逸脱 5 秒 逸脱広場試験 12:6:38

ノード	名前	脱出検出状態
1		
2		
3		2006/10/04 12:06:42 脱出
4		2006/10/04 12:06:50 脱出
5		2006/10/04 12:06:28 脱出
6		
7		2006/10/04 12:06:47 脱出
8		
9		2006/10/04 12:06:38 脱出
10		
11		
12		

開始
 停止
 脱出検出警告音

図 9 【A パターン】 3 人逸脱 5 秒 逸脱広場試験 12:6:50

ノード	名前	脱出検出状態
1		
2		
3		
4		
5		2006/10/04 12:09:24 脱出
6		
7		
8		
9		
10		2006/10/04 12:09:10 脱出
11		2006/10/04 12:09:15 脱出
12		2006/10/04 12:09:17 脱出

開始
 停止
 脱出検出警告音

図 10 【A パターン】 3 人逸脱 5 秒 逸脱広場試験 12:9:25

(3) 広場試験分析

- (ア) 1人逸脱においても、児童それぞれが様々な方向に動くことから、近い距離においても逸脱がよく発生した。
- (イ) 試験対象の児童以外の方が同じところに何人もいると、人による電波反射等の事象が現れ、非常に逸脱がよく発生した。
- (ウ) すべり台等の遊具で遊んでいたため、遊具と接触して腰に付けた試験機の電池はずれがよく発生した。
- (エ) 1秒、5秒よりも、3秒周期の時が一番システムが安定していた。
- (オ) 1人逸脱と3人逸脱との違い、及び全員中継するAパターンと12名中3名の子機が中継するBパターンとの違いは十分に把握できなかった。

7. インタビュー評価

(1) インタビュー結果

附属資料2の先生インタビュー結果を参照

(2) アンケート等の分析

- (ア) 広場での逸脱検出試験では、逸脱距離が短く、十分に先生自身が把握できる距離であり、本システムの効果は薄かった。
- (イ) 本システムの反応速度は、「普通」との評価であり、現実に直視した児童の動きとそれほど差がなかった。
- (ウ) 逸脱を検出するPCは、小さいながらも遠足に携行するにはまだ大きく、少し重い。
- (エ) 画面の見やすさは、「光が反射して見にくい」との評価であり、特にPCの画面が小さくそれに伴う文字等の大きさも小さく見づらいため、画面表示の改善が必要である。また、屋外での使用を考えると、PC画面の明るさを高め、見やすくする必要はある。
- (オ) PCからの逸脱時のアラーム音は小さく、改善の必要がある。

8. 総合評価

- (ア) 遠足においては、一団が同じ方向に向いて行進することから、誤検出も少なく、今後の試験機における感度特性の改善により、十分に活用することが可能である。
- (イ) 広場のような児童が1人1人自由に動き回る場合には、携帯した試験機の方向も大きく回転することになり、これにより近い距離においても通信リンクが切れたり、回復したりを繰り返し、システムとして安定しないため、対策が必要である。対策例として、動態把握試験のように、広場においてもエリアを設定し、そのエリア内をカバーするポイントに中継固定機を設置し、子機は中継しない設定にす

- るなど、さらに種々の事例検討が必要である。
- (ウ)本システムとして、電池はずれの発生しない試験機、PC の大きさにあった逸脱画面表示やアラーム音の大きさなど、今後のさらなる改善が必要である。