

自由遊泳開始から通報までの約7 分間の行動について・中間報告

報告書再検討チーム

数量的・科学的側面検討部会

20140827

目的

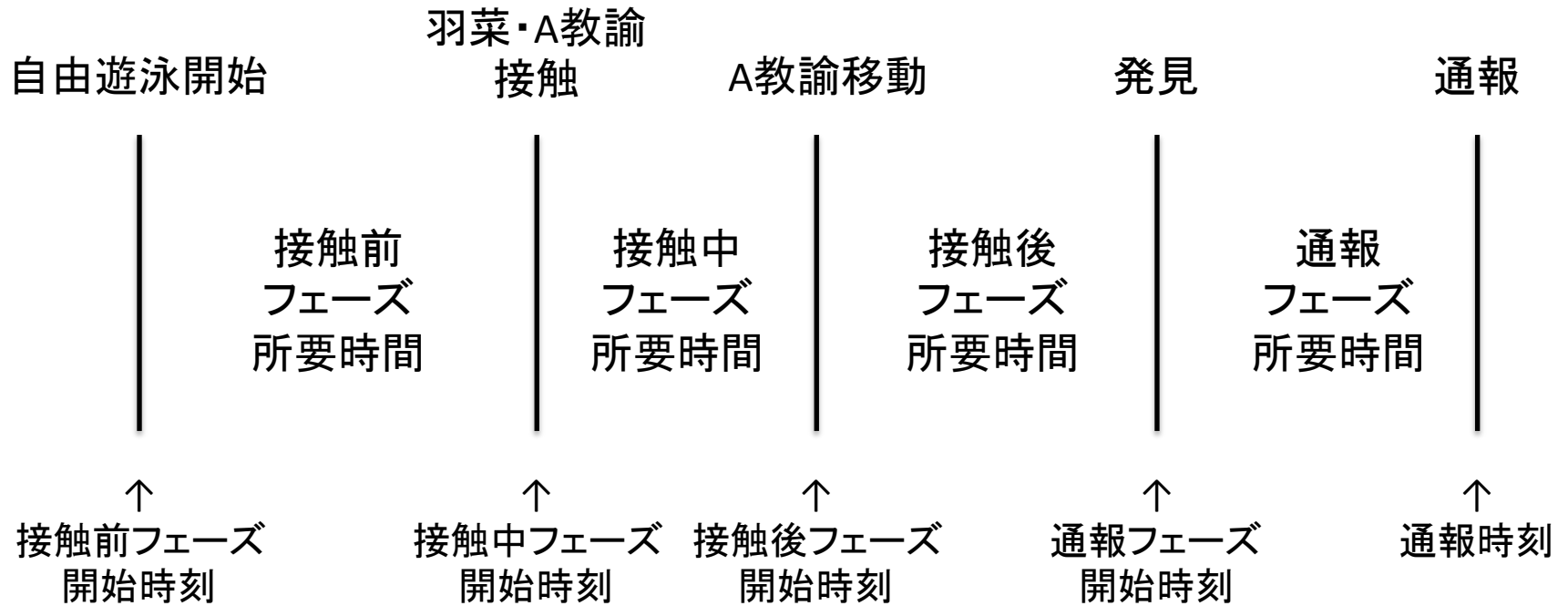
- 自由遊泳開始から通報までの約7分間の行動について、性格証言を用いず、距離・時間・速さといった計測可能な仮定のみに基づいて、数理的シミュレーションなどを用いつつ検討すること
- 報告書において検討されていない、あるいは棄却されている移動経路の仮説について、報告書の検討が不十分であることを示すこと
- 報告書の数値の取り扱いについての改善案を提示すること

用語の定義

用語の定義

- 事故直前に羽菜が接触していることが確実とみられているのはA教諭
 - 報告書では、羽菜がA教諭と接触してから事故現場での発見に到るまでの時間を、再現実験によって計測している
- 自由遊泳開始から通報までの時間を、「接触前フェーズ」「接触中フェーズ」「接触後フェーズ」「通報フェーズ」の4つに分けて考える

用語の定義



報告書の検討

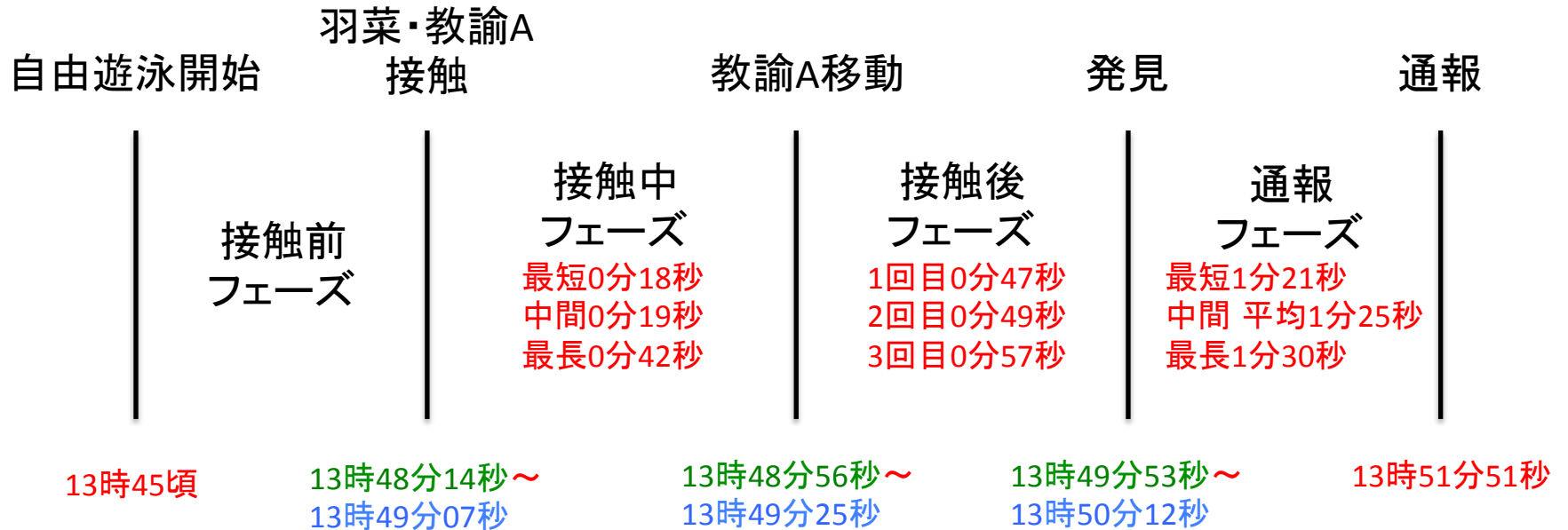
報告書の検討

- 報告書に記載されている以下の時刻・所要時間は、**具体的な算出方法が明示されていない**
 - 接触前・中・後/通報フェーズ開始時刻
 - 接触前・中・後/通報フェーズ所要時間
- 報告書がそれぞれの時刻・所要時間の関係をどのように捉えているのか推測する必要がある
 - このような推測が必要にならないよう、**報告書は計算手法を明記しておくべき**

報告書記載の時刻・所要時間

接触前フェーズ開始時刻	13:45 頃(p.36)
通報時刻	13 時 51 分 51 秒(p.178,204)
フェーズ全体の時間	記載なし
接触前フェーズ所要時間	記載なし
接触中フェーズ開始時刻	13 時 48 分 14 秒～13 時 49 分 07 秒(p.38)
接触中フェーズ所要時間	資料「自由遊泳から 119 番通報まで」 最短 0 分 18 秒 中間 0 分 19 秒 最長 0 分 42 秒
接触後フェーズ開始時刻	13 時 48 分 56 秒～13 時 49 分 25 秒(p.39)
接触後フェーズ所要時間	再現検証所要時間(p.45) 1 回目 0 分 47 秒 2 回目 0 分 49 秒 3 回目 0 分 57 秒
通報フェーズ開始時刻	13 時 49 分 53 秒～13 時 50 分 12 秒
通報フェーズ所要時間	資料「自由遊泳から 119 番通報まで」 最短 1 分 21 秒 中間 平均 1 分 25 秒 最長 1 分 30 秒

報告書の検討

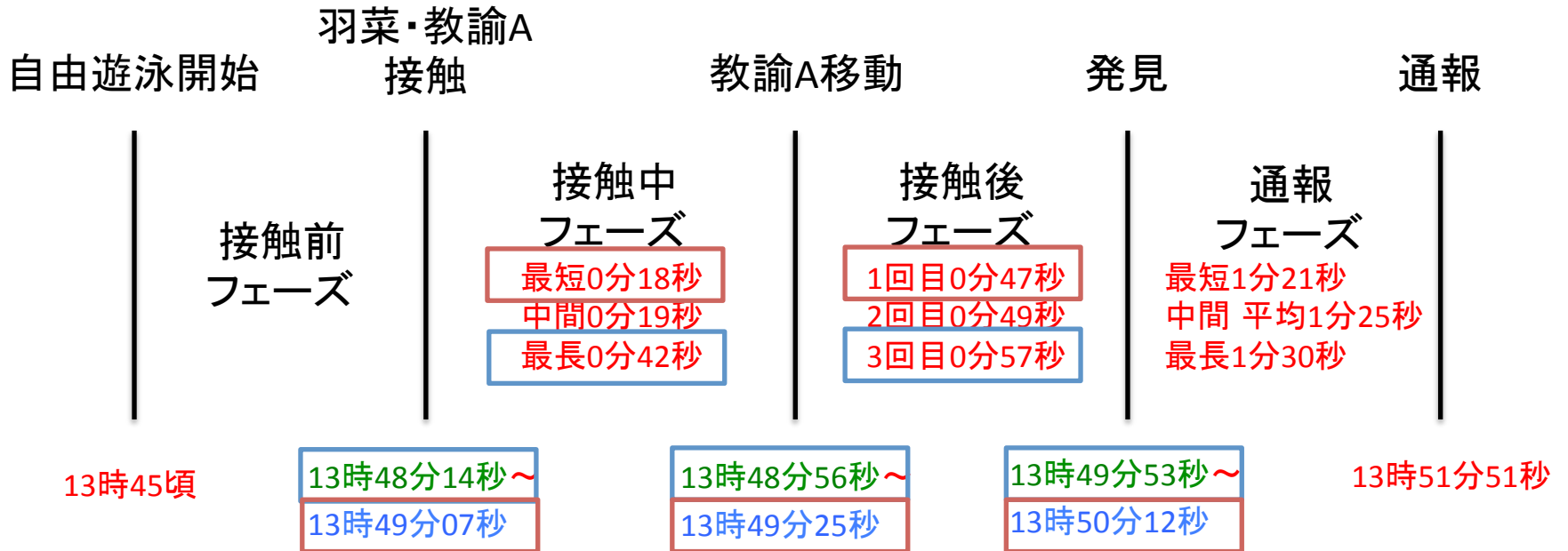


用語説明

緑:時刻の下端
青:時刻の上端

不確実性:時刻の上端—時刻の下端

報告書の検討



赤青それぞれの枠内の数字を関係づけているのは明らか

報告書の検討

- それぞれの枠内の数字はどのような関係にあるか？
 - 接触中フェーズ開始時刻から数字を足しあわせる場合、開始時刻下端に最長所要時間を足し、開始時刻上端に最短所要時間を足すのは不合理
 - 報告書に記載の赤青それぞれの枠内の数字は、発見時点の時間からその前の所要時間を差し引いていると考えるのが合理的

報告書の検討

- 補足：足し合わせと差し引きの違い
 - 自由遊泳開始時刻が13時45分「頃」という形で不確実にしか分からない以上、不確実な開始時刻から推定所要時間を足し合わせるよりは、確実に分かっている通報時刻から遡って各時刻・所要時間を推定するほうが合理的

報告書の検討

- 不明な点・問題点
 - 通報フェーズ開始時刻の上端に通報フェーズの所要時間を足しあわせても、通報時刻に届かない→通報フェーズ開始時刻・通報フェーズ所要時間・通報時刻の関係が不明
 - 同時に、通報フェーズ開始時刻をいかに見積もったのかも不明
 - 通報フェーズ以前、おおよその時刻が分かっているのは自由遊泳開始時刻のみなのだから、再現実験において計測されたそれぞれのフェーズの所要時間の妥当性を検討するためには、接触前フェーズの時間も測定するのが合理的
 - 接触前フェーズの時間を測定すれば、自由遊泳の開始時刻の不確実性も検討することができる

報告書と競合する仮説の検討

競合仮説の検討

- 検討する仮説

- 後追い仮説

- 羽菜が直線移動したのではなく、A教諭に視線を送りながら、その動線上で合流するような形で動く経路を取ったとする仮説

- 再合流仮説（民事裁判における推認仮説）

- 接触中フェーズ終了後A教諭が鬼ごっこによる移動を開始するまでの間に、羽菜が女兒Bの方に向けて動き出していたとする仮説

競合仮説の検討：後追い仮説

- 報告書の後追い仮説否定の根拠(報告書p.70-73)
 - 「A教諭は...事故当時と同じ経路を同じ速さで進んだところ、羽菜ちゃん役の子供はA教諭の進むスピードに追従することは可能であることが確認された。しかし羽菜ちゃん役の子供は常にA教諭の後塵を拝するような形で後を追う格好となり、結局、羽菜ちゃんが発見された場所には、A教諭よりも跡に到着することになった。そうすると、A教諭が自分の進行方向の先の方で羽菜ちゃんを発見したという事故当時の状況と完全に矛盾する結果となる」(p.70)
 - 「羽菜ちゃんがA教諭の後追いをしたとすると、羽菜ちゃんがA教諭の進行方向の前方(未来位置)で発見されたことが合理的に説明できないことが再現検証の結果により確認された。羽菜ちゃんがA教諭の進行方向の前方(未来位置)で発見されたことは、羽菜ちゃんがA教諭の進路及び進路変更を正確かつ的確に予測して、先回りしない限り不可能である」(p.70)

競合仮説の検討：後追い仮説

- 後追いが「A教諭の移動した軌跡を追う」ことを意味するのであれば、定義上羽菜がA教諭より先に発見地点に到達することは不可能
- しかし、浅田夫妻の述べる「後追い」には、A教諭に視線を送りながら動くこと、その動線上で合流しようとすることも含まれる（質問状p.9）
 - この可能性について、報告書は「羽菜ちゃんが先回り、待ち伏せなどのため移動した可能性」として検討し、可能性を否定しているが（p.72）、それが物理的に不可能であったかどうかを検討しているわけではない

競合仮説の検討：後追い仮説

- 後追いが可能かどうかを計算機上でのシミュレーションにより検討
 - 再現実験（羽菜直線移動時）における速さの平均をA教諭・羽菜の最大速さとして設定（報告書p. 39, p.70）

競合仮説の検討：後追い仮説

- シミュレーションにおける後追いの定義
 - 羽菜がA教諭との位置関係・移動方向に対応する形で、A教諭との距離が縮まる方向に速度(移動方向)を随時変更すること
 - 「A教諭に視線を送りながら動くこと、その動線上で合流しようとすること」(質問状p.9)を反映した定義
 - 報告書には「羽菜ちゃんがA教諭の進行方向の前方(未来位置)で発見されたことは、羽菜ちゃんがA教諭の進路及び進路変更を正確かつ的確に予測して、先回りしない限り不可能である」(p.70)とあるが、シミュレーション結果を見れば分かるように、羽菜がA教諭の進行方向を予測せずとも、実際の移動方向を確認しながらA教諭に近づく方向に移動方向を修正し、かつ発見地点に羽菜が先に到着することは可能であり、浅田夫妻の述べる後追いの定義にこの指摘は当たらない
 - また、A教諭の軌道を予測して動くわけではないという意味では、これは「先回り」でも「待ち伏せ」でもない

競合仮説の検討：後追い仮説

- シミュレーションにおける後追いの定義
- 羽菜とA教諭の位置関係・東西方向成分速度の関係は、次のように類型化できる

– 追いかけ：同じ方向へ移動・A教諭前方



– 追いつき：同じ方向へ移動・羽菜前方



– すれ違い：離れてゆく方向へ移動



– 対面：近づきあう方向へ移動

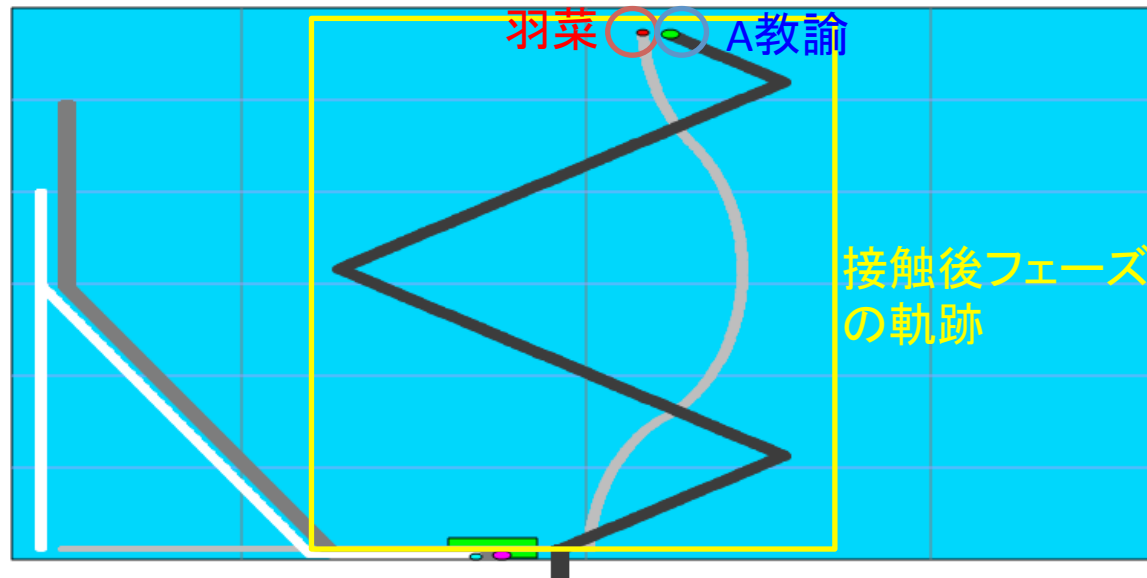


競合仮説の検討：後追い仮説

- 羽菜の加速度方向
 - 追いかかけ時：追いかける速さを増加させる方向への加速度
 - 追いつき時：追いつかれるよう、速さを減少させる方向への加速度
 - すれ違い時：すれ違いを解消する方向への加速度
 - 対面時：近づく速度を増加させる方向への加速度
 - いずれの場合も、常にA教諭に近づく方向に速度を変化させるよう、加速度をかけている
- 「羽菜の発見地点到達時刻 $>$ A教諭の発見地点到着時刻」となる加速度の条件を「後追いが可能な条件」と呼ぶこととする

競合仮説の検討：後追い仮説

- 後追いが可能な条件の一例
 - 4類型それぞれの加速度の絶対値を 3.2cm/s^2 に設定時、以下のような軌跡で後追い（羽菜-A教諭到着時間差：15.8秒（羽菜先着））



競合仮説の検討：後追い仮説

- 後追いと直線移動の違い
 - 直線移動には速度変化(加速度)がないが、後追いには速度変化がある
 - 速度変化の値が自由に決められる限り、後追いがあった可能性を排除することはできない→浅田夫妻の主張する後追い仮説の検証には、速度変化に関する何らかの拘束条件が必要
 - 再現実験では速度変化に関するデータは取得されていない

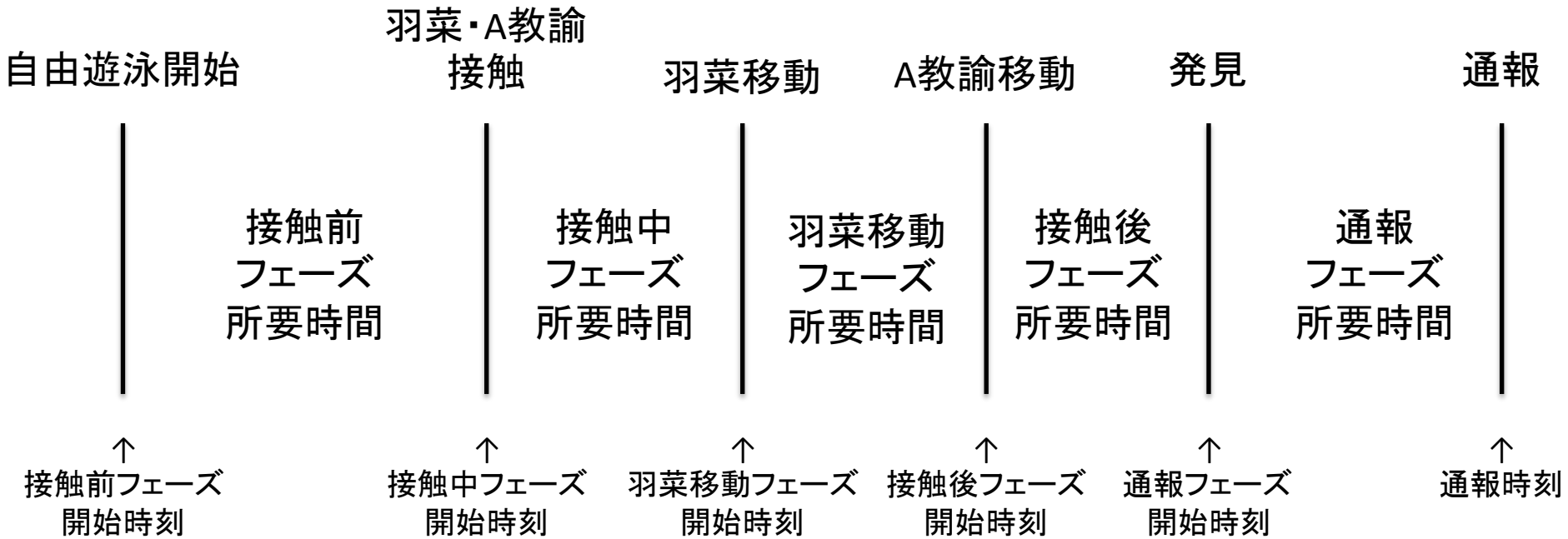
競合仮説の検討：再合流仮説

- 再合流仮説（民事裁判における推認仮説）
 - 報告書は、接触中フェーズにおいて羽菜とA教諭が遊んだ後、接触後フェーズに羽菜とA教諭が同時に移動を開始したと仮定している
 - しかし、羽菜とA教諭が遊んだ後、A教諭が鬼ごっこを始めるまでの間に、羽菜が移動し、女兒Bと再合流していた可能性がある
 - 「もしA教諭が羽菜と遊んだ時点で、女兒P〔女兒B〕と羽菜が別行動をとっていたとしても、B教諭の自身の行動についての証言が正しいとすれば、P.42に示される図のとおり、B教諭と行動を共にしていた女兒P〔女兒B〕は、A教諭と遊んでいた羽菜の位置に近づいている。したがって、羽菜の出発時間によっては、女兒Pと羽菜は合流することが可能である」（質問状p.14-15）

競合仮説の検討：再合流仮説

- 再合流仮説（民事裁判における推認仮説）
 - 接触中フェーズを羽菜とA教諭が遊んでいたフェーズ、接触後フェーズの開始時刻をA教諭の移動の開始時刻とすると、この仮説では接触中フェーズと接触後フェーズの間に羽菜移動開始～A教諭移動開始までの、報告書には考慮されていないフェーズがあったと考える必要がある
 - このフェーズを「羽菜移動フェーズ」と呼ぶこととする

競合仮説の検討：再合流仮説



競合仮説の検討：再合流仮説

- 再合流仮説における移動経路
 - 報告書においては、女児Bは接触前フェーズにおいて羽菜と遊んだ後、テントの方へ向かう羽菜と別れて2コース付近にいるB教諭と合流し、そのまま通報フェーズ直前まで行動をともにしていたとされる
 - 再合流仮説においては、羽菜移動フェーズ～接触後フェーズにおいて、羽菜が女児Bと合流し、女児BはB教諭と離れ、ともに発見地点付近まで移動したとする

競合仮説の検討：再合流仮説

- 仮に再現実験において時間の測定されている接触中フェーズ・接触後フェーズ・通報フェーズの所要時間に変化がないとすれば、羽菜移動フェーズの所要時間は接触前フェーズの所要時間とのトレードオフとなる
 - しかし、接触前フェーズは3分～4分と非常に長く、かつ各人物の移動経路も詳細に特定されていないので、どの程度の所要時間を見積もるのが合理的であるのか不明
 - この仮説が現実的に可能であるかどうかを検討するには、接触前フェーズの移動経路をより詳細に検討したり、所要時間を計測したりする必要がある

競合仮説の検討：再合流仮説

- 羽菜移動フェーズの所要時間について
 - 報告書の接触中フェーズにおける女兒B・B教諭の位置・移動方向は不明
 - 仮にB教諭のロングビートが接触後フェーズに2コースの北端からテント前まで移動したと仮定して、その速度を女兒Bの速度とし、羽菜の移動速度＝再現実験における水中移動速度として、お互い直線的に移動しつつ合流したとすると、合流に要する時間は約23.5秒。そこから合流地点までの所要時間が約25秒。報告書における接触後フェーズの羽菜の移動時間は約30秒なので、羽菜移動フェーズが20秒弱あれば再合流仮説は理論上実現しうる
 - 女兒Bの移動経路やB教諭の移動経路をより詳細に確定することで、より現実的な仮説の検討が可能になる

競合仮説の検討・まとめ

- 後追い仮説を棄却するには、羽菜の速度変化を拘束する何らかの条件が必要
 - 報告書はS字運動の可能性を否定しているが(p.64)、シミュレーションの例も示したようにS字移動を棄却する合理的根拠はない
 - 視界に関するさまざまな仮定はさらなる検討が必要
- 再合流仮説を棄却するには、羽菜移動フェーズの時間を拘束する何らかの条件が必要
 - 再現実験ではそもそもこのフェーズの存在を想定していない
 - 「民事訴訟とは異なる結論を示す以上、この証言〔女兒Bの証言〕についても、報告書に示されている以上の検討が行われること、その結果を報告書に示すことが求められるのではないか」(質問状p.15)とあるように、この仮説は再現実験において検討されて然るべきだった
- 以上から、報告書が両仮説を棄却するには根拠が不十分であると考えられる

報告書・再現実験の改善案

報告書・再現実験の改善案

- ここまでの内容は、報告書における推定時刻・推定所要時間・移動距離・移動速度等が基本的に正しいものと考え、報告書と競合する仮説と関係する部分のみを批判的に検討してきた
- 以下では、報告書に記載されたさまざまな数値の妥当性自体を吟味する

報告書・再現実験の改善案

- 有効数字

- 計測時間の有効数字が二桁表示→ストップウォッチで計測しているなら、もう少し下の桁まで計測可能なのではないか

- 人が水中を秒速60cmで移動しているとすると、1秒の差でひとりあたり半径60cmの移動距離の誤差を生じることになる。数秒の誤差が数mの不確実性を生む。数秒・数mの差しかない仮説の違いを検討する以上、精度は少なくとももう一桁高いことが望ましい
 - 測定者の偏りに起因する誤差をなくすため、複数の測定者によって計測するのが望ましい

報告書・再現実験の改善案

- 測定のはらつき

- 2~3回測定してx分の不確実性がある場合、もっと測定すればx分以上の数値が出ることもあるだろうと考えられる

- 高々2~3回しか行っていない測定の最大値と最小値を、その測定の取りうる最大値・最小値と見積もるのは安易

- また、それぞれのフェーズの計測値が「同時に」極端な値を取ることも考えにくい

- ただし、たとえば10m動くのに0.1秒しかかからなかったり、1時間かかったりするようなことはまず無い→不確実性には妥当な幅がある

- 限られた回数での測定からその測定値の不確実性を見積もるには、統計的な方法を用いるのが合理的

報告書・再現実験の改善案

- 測定のばらつき

- それぞれの測定が同一条件のもとで行われており、測定値が正規分布すると仮定し、標本平均 μ と不偏分散 σ を求め、 $2\sigma \sim 3\sigma$ の値を調べる

- ここでは報告書と同様、A教諭や羽菜がフロートにぶつかることなく移動したデータのみを用いる(フロートとぶつかる場合を含めると、測定値の分布が正規分布にならないことが予測されるため。フロートとぶつかる場合は条件の異なる測定とみなすこととする)

報告書・再現実験の改善案

- 報告書数値の改善案：再現実験において計測された値から、標本平均 μ と不偏分散 σ を算出して計算し直した時刻・所要時間（通報時刻より逆算；ここでは 3σ の値を表示）

接触中フェーズ開始時刻	13時48分21秒～13時49分56秒
接触中フェーズ所要時間	～75秒（下限なし）
接触後フェーズ開始時刻	13時49分10秒～13時50分00秒
通報フェーズ開始時刻	13時50分07秒～13時50分45秒
通報フェーズ所要時間	67秒～103秒
A教諭移動時間 （＝接触後フェーズ所要時間）	35秒～66秒
羽菜移動時間 （接触後フェーズ）	25秒～34秒
到達時間差	4秒～37秒

報告書・再現実験の改善案

- 測定回数の評価

- 測定回数が十分であるかどうかを、「標本平均値 μ の標準偏差」(標準誤差SE)を用いて評価する

- SEの意味: 測定値が正規分布すると仮定するとき、同様の測定を何度も繰り返したときに収束する平均値が、 $\mu \pm (2 * SE)$ の範囲に存在する確率は約95.4%

- 測定数が多いほどSEは小さくなる→測定数に依存する再現実験の数値の信頼性を示す指標として用いることができる

- $2 * SE$ が1秒以下 ($SE < 0.5$ 秒) であれば、再現実験の数値はおおよそ秒単位で信頼に足ると言える

報告書・再現実験の改善案

- 測定回数の評価
 - SEの値

接触中フェーズ所要時間	7.8秒
接触後フェーズ所要時間	3.0秒
通報フェーズ所要時間	4.5秒
羽菜移動時間 (接触後フェーズ)	1.0秒

- 測定数が足りないことは明らか→どの程度の測定数が理想的か？

報告書・再現実験の改善案

- 測定回数の評価

- 再現実験から計算された不偏分散 σ から推定される、誤差1秒以内(95.4%信頼区間)で所要時間平均を推定するために必要な測定数(=再現実験から予測される必要測定数)

接触中フェーズ所要時間	737回
接触後フェーズ所要時間	112回
通報フェーズ所要時間	162回
羽菜移動時間 (接触後フェーズ)	8回

報告書・再現実験の改善案

- 測定回数の評価・まとめ
 - 必要測定数の計算は再現実験における測定値に依存しているので、新たな測定が増えるたび必要測定数は変化することに注意
 - ただし十分な測定数があれば必要測定数は収束する
 - 接触後フェーズのように、平均からの差が最大6秒しかないような測定でも、許容誤差1秒・95.4%信頼区間の条件では100回以上の測定が必要
 - もちろん十分な数の測定を行なうことが望ましいのだが、現実的に困難な回数→どのような対策が考えられるか？

報告書・再現実験の改善案

- 測定回数の評価・まとめ
 - 考えられる対策1 許容誤差の拡大
 - 許容誤差が倍になれば、必要測定数は4分の1になる
 - 時刻・所要時間推定の基礎である平均値が揺らぐこととなるので、慎重な検討が必要
 - 考えられる対策2 信頼区間の縮小
 - たとえば、68.3%信頼区間であれば必要測定数は4分の1
 - 再現実験の測定値の信頼度を下げることになり、ひいては再現実験の数値に基づくあらゆる推論の信頼度を下げることになるので、推奨されない

報告書・再現実験の改善案

- 測定回数の評価・まとめ
 - 考えられる対策3 分散が小さいと予想される種類のデータの取得
 - 再現実験において測定されている移動時間には、移動経路の変化に基づくばらつきが含まれている
 - 分散が大きくなる原因のひとつ
 - なお報告書は移動経路一定の仮定を措いているが(p.70)、プール内に存在する60人超の人と数多くのフロートが障害物として機能する以上、経路一定を仮定するのは明らかに不合理
 - プール内に人がいない場合の仮想的な移動速度のように、より分散が小さいと見積もられるデータを取得することで、測定回数が少なくとも、シミュレーション上意味のあるデータを取ることができると考えられる

今後の課題

- 報告書・再現実験の数値のさらなる検討
 - 検討が不十分な部分の洗い出しなど
- シミュレーションを利用した競合仮説のさらなる検討