



戦略的イノベーション創造プログラム

「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2
期 / 自動運転（システムとサービスの拡張）/
視野障害を有する者に対する
高度運転支援システムに関する研究」

2020年度分 成果報告書

概要版

国立研究開発法人 理化学研究所(代表)
国立大学法人 名古屋大学
国立大学法人 筑波大学

2021年4月

【目次】

1. 全体計画
2. 各課題の進捗リスト
3. 課題a
 - 3-1.概要(データ収集と分析)
 - 3-2.2020年度における被験者データ収集
 - 3-3.キャリブレーションの精度検証
 - 3-5.データ分析結果
- 4.課題b
 - 4-1.概要
 - 4-2.高精度DSの環境およびシナリオ等改修
 - 4-3.視線行動分析結果
 - 4-4.シミュレーション結果
- 5.課題c
 - 5-1.概要
 - 5-2.運転外来の経過
 - 5-3.デザインガイドライン案

1. 全体計画

▷ 全体計画と平成31年度/令和元年(2020年度)の研究課題

全体計画より抜粋

	2018年度下期	2019年度	2020年度
a. 視野障害者・健常者運転データベース構築、視野障害者特有の事故要因の明確化			
i. 緑内障等の視野障害者と晴眼者の自動車運転データベース構築		ドライビングシミュレーターを利用したデータの取得	
ii. 視野障害部位・程度に応じた視野障害者特有の事故要因の明確化			データ分析
b. ドライビングシミュレーターの利用による、運転支援機能を対象とした視野障害者特有の事故の削減効果の検証			
i. 視野障害に特化した運転支援機能提示のためのドライビングシミュレーター改修	ドライビングシミュレーター改修	シミュレーションシナリオの精査	
ii. 健常者と同程度に事故回避できる、障害物認識と回避に関する支援条件の明確化	支援条件の予備検証	支援条件の明確化	
iii. 運転支援機能を利用することによる事故低減効果の検証			事故削減効果検証
c. 視野障害者を対象とした、自動運転技術を活用した運転支援デザインガイドラインの開発			
i. 運転支援システム利用による安全性を証明する方法論の確立		必要な運転支援技術の検討	安全性を証明する方法論の確立
ii. 自動運転技術を活用したデザインガイドライン開発			デザインガイドラインの開発

2020年度

▷全体計画と令和2年(2020年度)の研究課題

- a. 視野障害者・健常者運転データベース構築、視野障害者特有の事故要因の明確化
 - 【完了】医療機関における視覚障害(緑内障、色素変性)のDSデータ収集
 - 【完了】DSドライビングデータの再分析
 - 【完了】視覚障害特有の事故要因の明確化
 - 【完了】健常者および視覚障害運転データベースの予備的構築

- b. ドライビングシミュレーターの利用による、運転支援機能を対象とした視野障害特有の事故の削減効果の検証
 - 【完了】高精度DSの環境およびシナリオ等改修
 - 【完了】高精度DSの結果より視野障害特有の視線行動分析
 - 【完了】健常者vs視野障害の特定条件下における事故頻度分析
 - 【完了】視野障害特有の視認行動分析結果を反映した事故分析シミュレーション

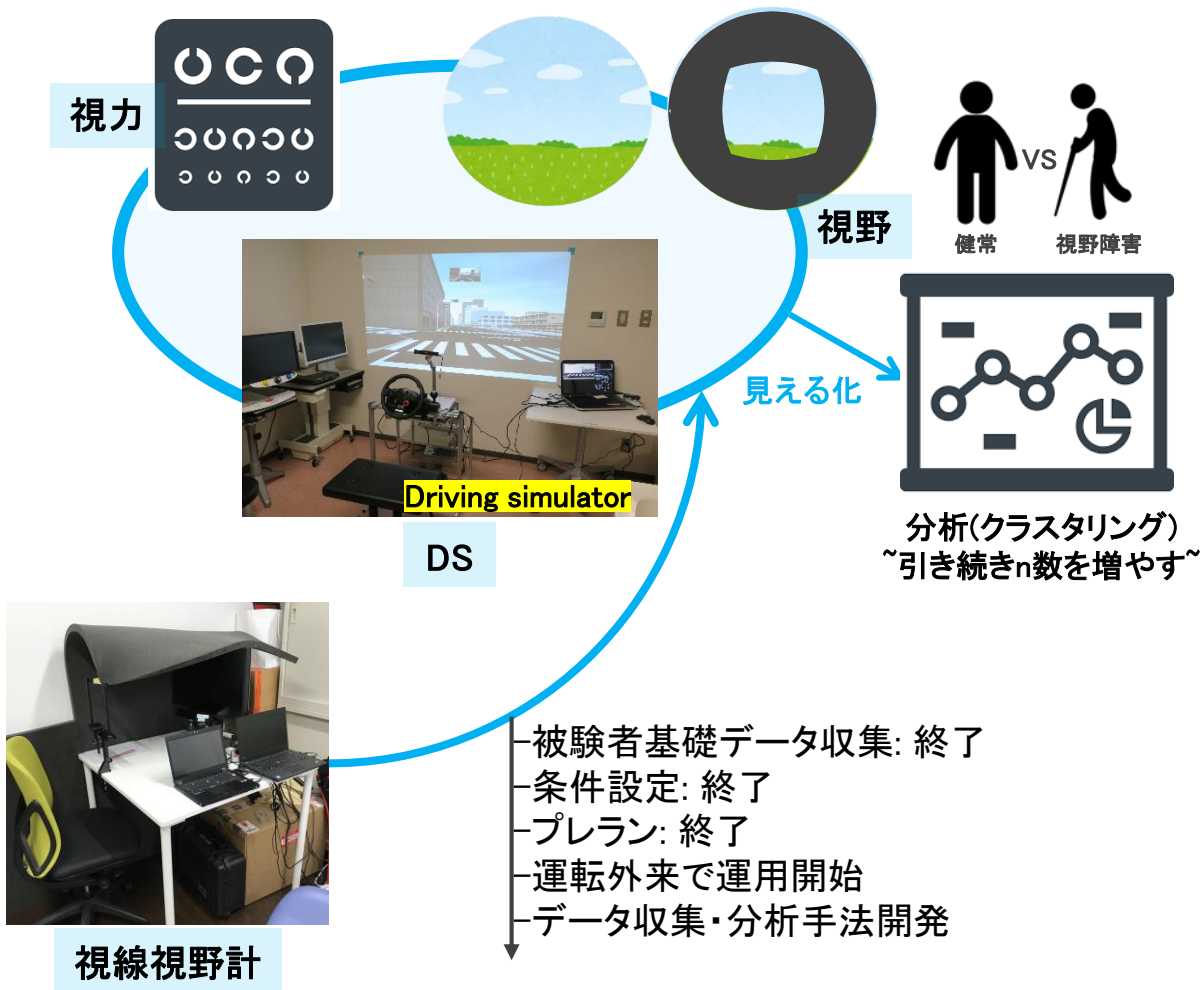
- c. 視野障害者を対象とした、自動運転技術を活用した運転支援デザインガイドラインの開発
 - 【完了】運転外来の経過
 - 【完了】検診や職業ドライバー向けの周知・啓発の仕掛けに関する企画

3-1. 課題a_概要(データ収集と分析)

▷ 視野障害特有の事故要因の明確化

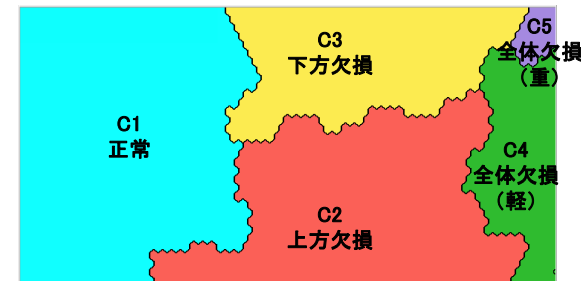
先行研究*を含む被験者データから運転リスクの可視化を完了した

◆データ収集



◆分析イメージ

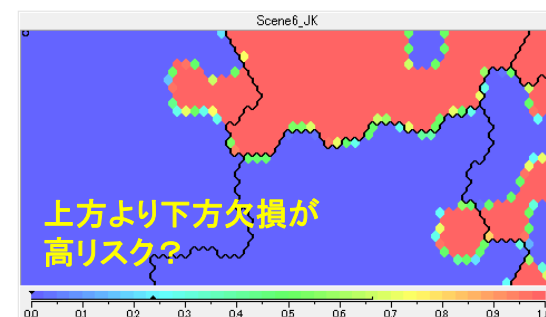
▶ □臨床所見のクラスタリング



▶ □運転リスクのシナリオ



▶ □リスク回避可否と重ねる



*警察庁調査研究(岩瀬愛子先生よりデータ提供)

3-2. 課題a_2020年度における被験者データ収集

▷ 課題a(概要)

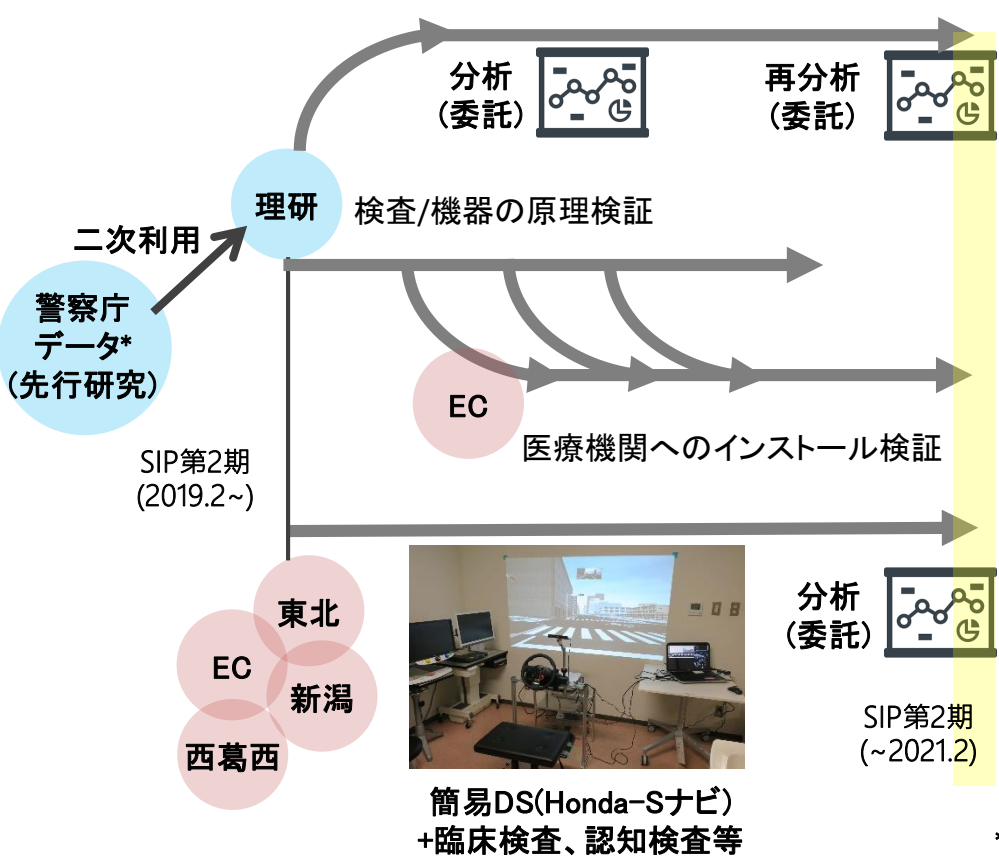
全体計画より抜粋

a. 視野障害者・健常者運転データベース構築、視野障害者特有の事故要因の明確化	2018年度下期	2019年度	2020年度
i. 緑内障等の視野障害者と晴眼者の自動車運転データベース構築	ドライビングシミュレーターを利用したデータの取得		
ii. 視野障害部位・程度に応じた視野障害者特有の事故要因の明確化		データ分析	

- 各医療機関において、視野障害を有する被験者に対してDSを実施しドライビングデータを収集し、傾向等を分析した。



↑
新しいデバイス(VR)
測定法(視線視野)→



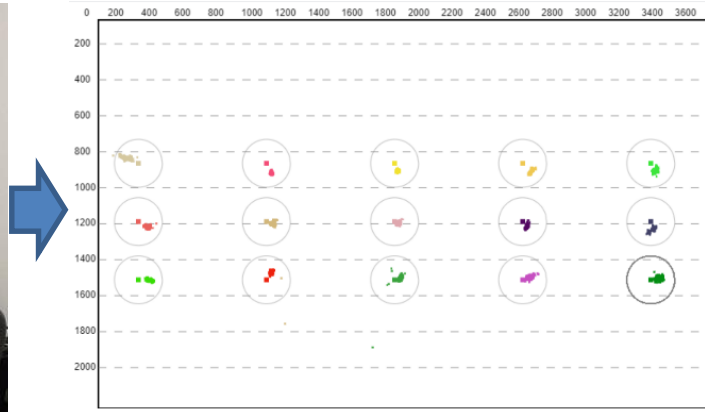
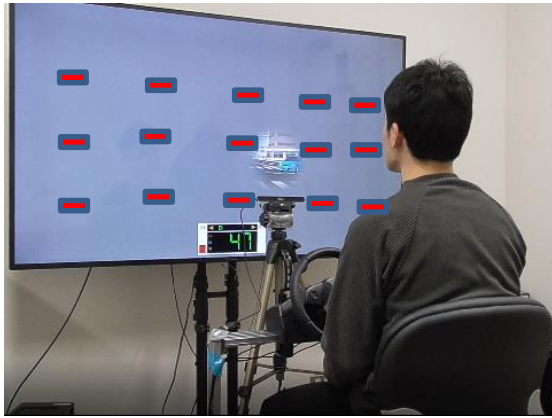
理研 検査/機器の基礎検討・原理検証

EC 東北 新潟 西葛西

医療機関でのデータ取得状況結果	
医療機関	例数(色素変性)
神戸アイセンター病院	108(64)
東北大学	44(21)
新潟大学	113
西葛西井上眼科	55(1)

*たじみ岩瀬眼科・岩瀬愛子先生より警察庁許可を経てデータ提供

3-3. 課題b_キャリブレーションの精度検証



キャリブレーション実施後、赤いマークのところを改めて一つ一つ見てもらって、精度検証データとする

眼科の視野検査の精度 (図中の円) に収まっているかを現場で確認。

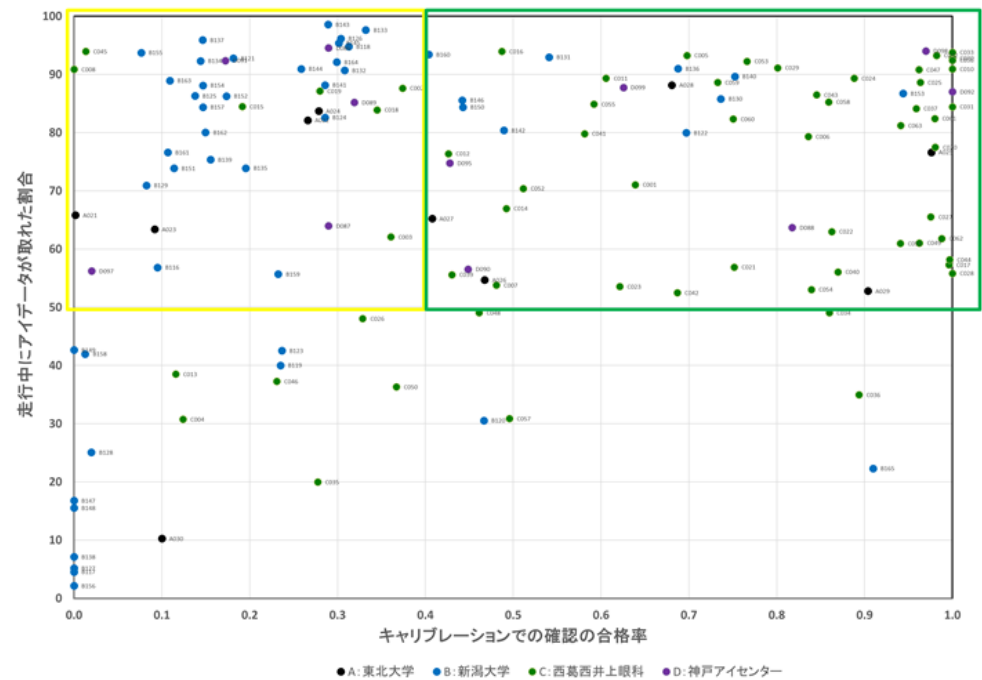
問題なさそうであれば、走行実験実施

医療機関によっては、精度に問題がある場合でも実験を強行せざるを得ない場合もあるので、事後に確認をしている

医療機関によっては十分な精度を確保できなかった時もあるが、おおむね精度保証ができています。

合格：検証データが許容範囲内 (円内) に収まっている

右図緑枠は、「検証において十分なデータが合格をしており、走行実験において十分なアイトラッキングデータを取得できた場合」を表す。



3-4. 課題a_データ分析結果-1

▶ 先行研究(●) とSIP以降収集したデータ(●)の分析



- ▶ 分析データリスト(219)
新潟(53), 東北(48), 神戸(18), 西葛西(29), たじみ(71)
- ▶ 対象変数
年齢, 性別, 視野検査(24-2), 視力, MD値, DS結果, 視野異常有無

	全体 N=219	中心視野欠損 N=24	その他 N=195
Scene01	28.3%	50.0%	25.6%
Scene02	62.1%	79.2%	60.0%
Scene03	30.1%	62.5%	26.2%
Scene04	13.2%	25.0%	11.8%
Scene05	13.2%	20.8%	12.3%
Scene06	28.3%	33.3%	27.7%
Scene07	14.2%	45.8%	10.3%
Scene08	8.7%	12.5%	8.2%
Scene09	11.0%	20.8%	9.7%
Scene10	8.7%	8.3%	8.7%
Scene12	7.3%	8.3%	7.2%
Scene13	5.5%	16.7%	4.1%
Scene15	16.4%	16.7%	16.4%

1) 中心視野(番地33,34,43,44)の半分以上の感度が10以下を中心視野欠損と定義

2) 中心視野欠損のリスク評価

① 対向車右折(Scene3,7)で事故が多かった
【対向車への注意喚起サポート】

② 左右の飛び出し(Scene4,13)で事故が多かった
【左右の動きを警戒するサポート】

③ 信号(Scene5,9)の見落としが目立った
【信号注意喚起のサポート】



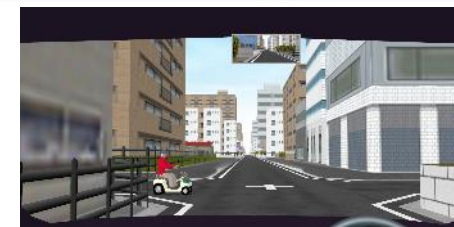
場面3: 対向車の右折(青い車)



場面7: 対向車の右折(白い車)



場面4: 右から赤い車



場面13: 左からシニアカー

4-1. 課題b_概要

全体計画より抜粋

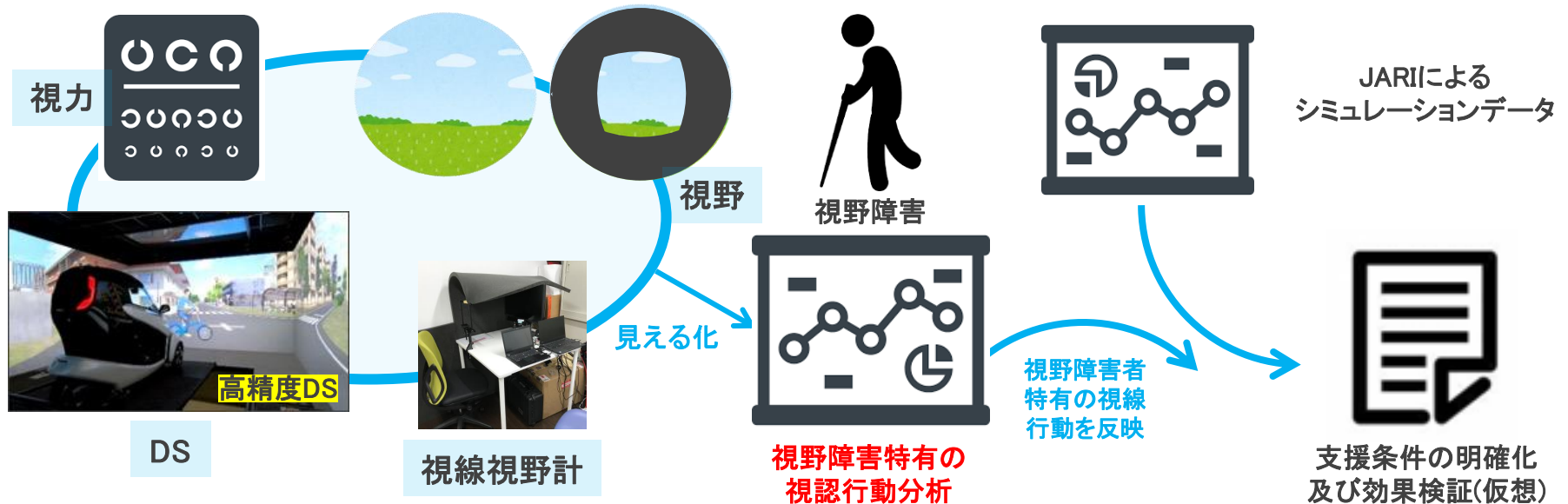
課題b

	2018年度下期	2019年度	2020年度
b. ドライビングシミュレーターの利用による、運転支援機能を対象とした視野障害者特有の事故の削減効果の検証			
i. 視野障害に特化した運転支援機能提示のためのドライビングシミュレーター改修	ドライビングシミュレーター改修	シミュレーションナリオの精査	
ii. 健常者と同程度に事故回避できる、障害物認識と回避に関する支援条件の明確化	支援条件の予備検証	支援条件の明確化	
iii. 運転支援機能を利用することによる事故低減効果の検証			事故低減効果検証

1) R1年度までの成果概要

2) 臨床検査データ、視線視野計測、DS結果より視野障害特有の視線行動分析

3) JARIのマルチエージェント交通環境再現型シミュレーション技術を活用した再シミュレーション



4-2. 課題b_高精度DSの環境およびシナリオ等改修

▷ ドライビングシミュレーターの改修

*たじみ岩瀬眼科の協力による

- 視線計測装置を設置し、5種類の走行シナリオを作成

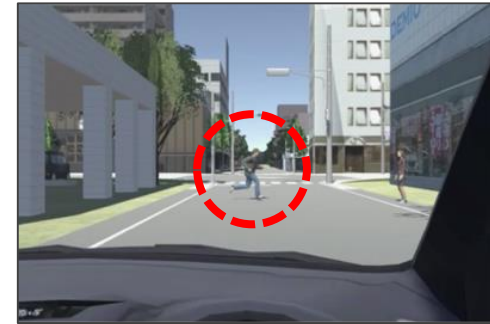
- 視野障害15名*, 正常眼10名の実験データを取集



高精度DS



視線計測装置



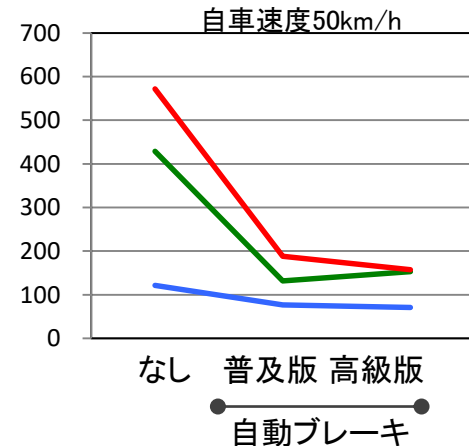
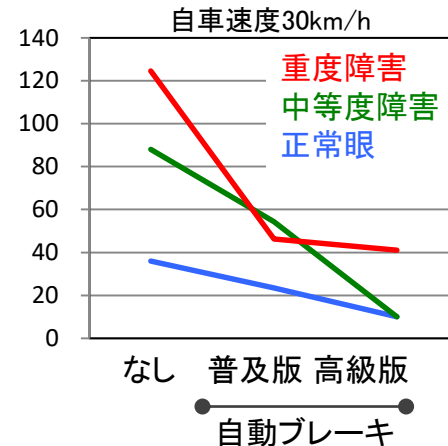
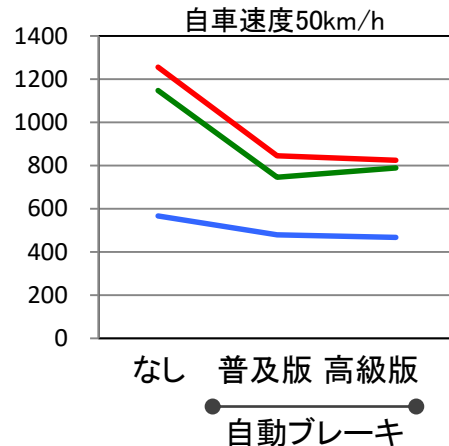
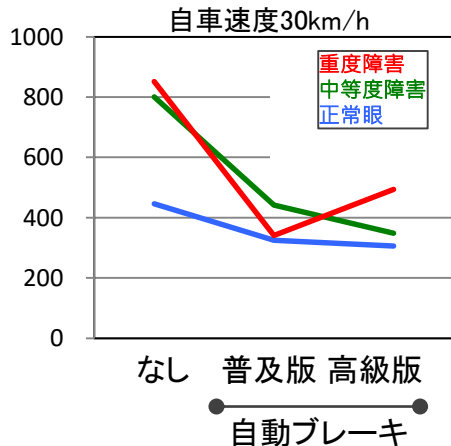
走行シナリオの例

▷ 支援効果の予備検証シミュレーション

- 自動ブレーキにより、特に視野障害運転者の死亡事故が正常眼と同等レベルまで低減の可能性

【事故件数】

【死亡事故件数】

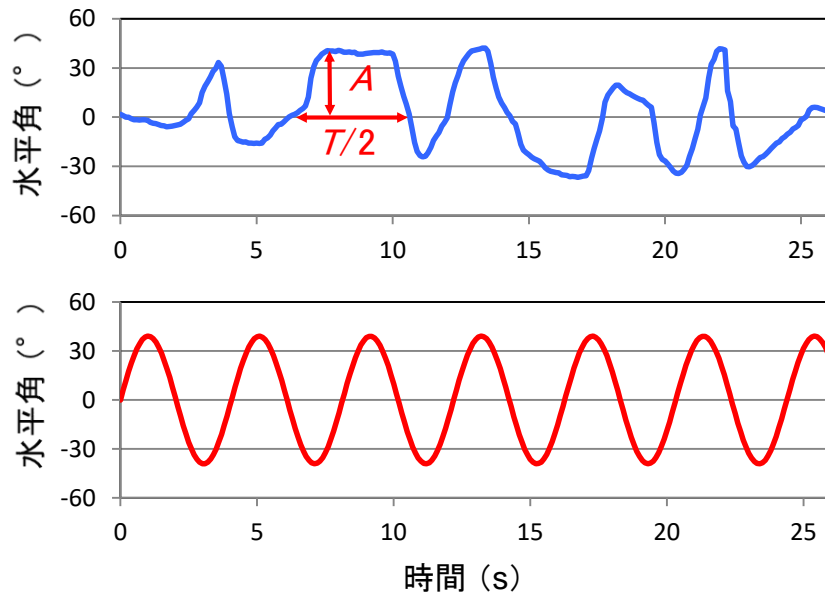


4-3. 課題b_視認行動分析結果

▷ドライバーの視認行動のモデル化

- 走行中の頭部運動（一時停止交差点：sin曲線，それ以外：コーシー分布）
- 警報へのブレーキ反応時間（対数正規分布）
- 歩行者への注視時間（正規分布）
- 信号の見落としの確率（重度視野障害により1.67倍）

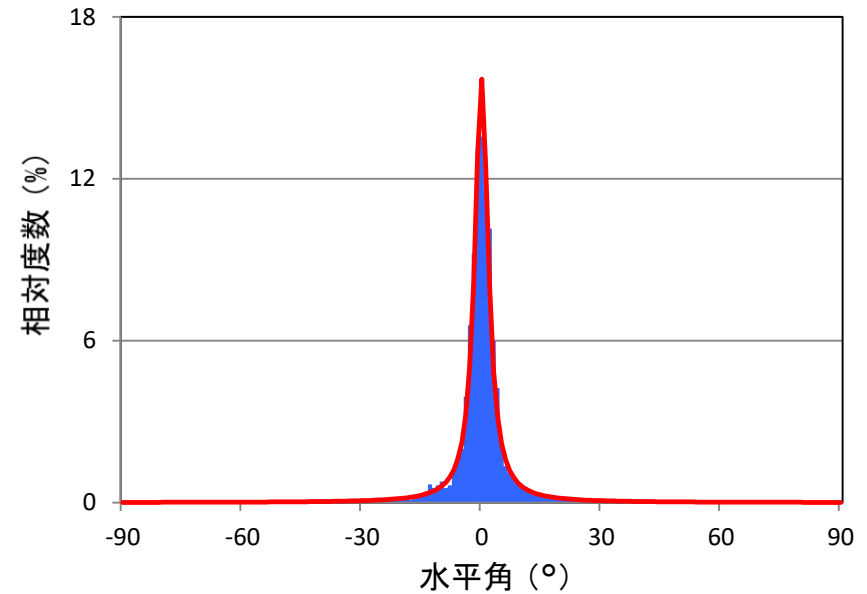
ヘッドマウントディスプレイ
(HMD)型VRのデータを利用



$$\text{sin曲線: } f(t) = A \sin \frac{2\pi}{T} t$$

正常眼: $\bar{A} = 37.63$ 視野欠損: $\bar{A} = 39.13$
 $\bar{T} = 4.22$ $\bar{T} = 4.06$

一時停止交差点の頭部運動



$$\text{コーシー分布: } f(x) = \frac{1}{\pi} \frac{\gamma}{(x - x_0)^2 + \gamma^2}$$

正常眼: $x_0 = 0.14$ 視野欠損: $x_0 = -0.04$
 $\gamma = 1.97$ $\gamma = 1.99$

一時停止交差点以外の頭部運動

4-4. 課題b_シミュレーション結果

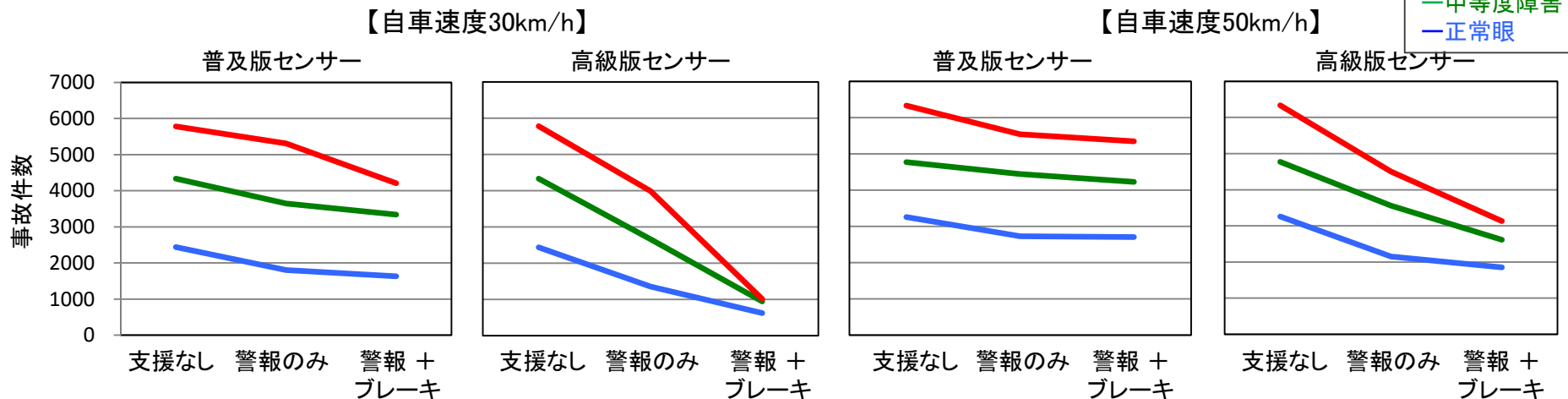
▷事故低減効果の検証シミュレーション

-単路部と交差点（信号あり，信号なし）を含む交通環境を作成

-視野角を3条件に設定 --- 正常眼：140°，中等度障害：40°，重度障害：20°

-支援システムを4種類に設定 --- $\left(\begin{array}{l} \text{警報のみ} \\ \text{警報 + 自動ブレーキ} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{l} \text{普及版センサー (40°)} \\ \text{高級版センサー (140°)} \end{array} \right)$

-自動ブレーキと高級版センサーの組み合わせにより，正常眼と同程度以下まで事故が低減

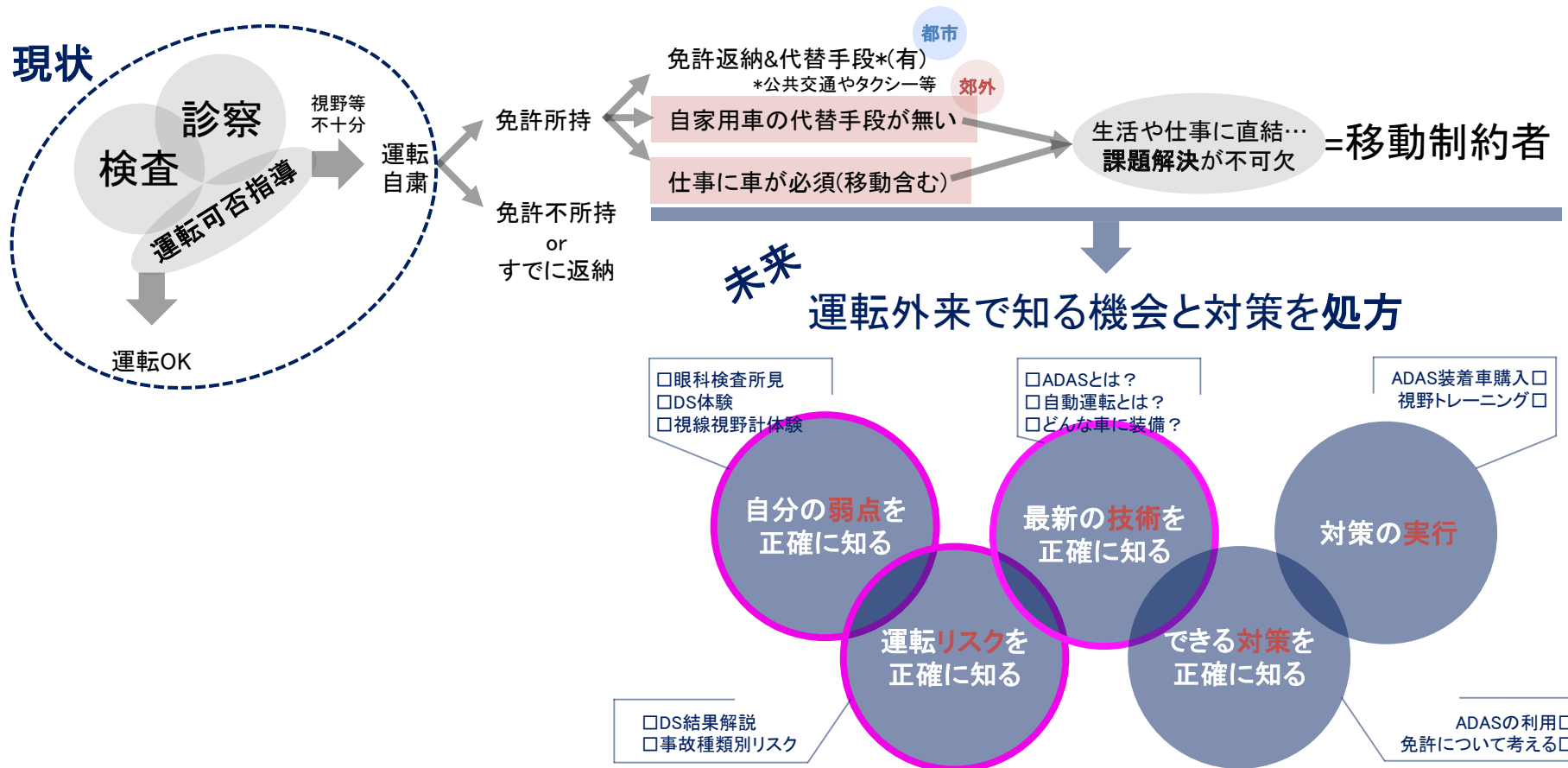


5-1. 課題c_概要

全体計画より抜粋

c. 視野障害者を対象とした、自動運転技術を活用した運転支援デザインガイドラインの開発	2018年度下期	2019年度	2020年度
i. 運転支援システム利用による安全性を証明する方法論の確立		必要な運転支援技術の検討	安全性を保证する方法論の確立
ii. 自動運転技術を活用したデザインガイドライン開発			デザインガイドラインの開発

▶ 運転外来の設置



5-2. 課題c_運転外来の経過(神戸)

▶ ☒神戸の運転外来(全6回)



▶ ☐医師によるカウンセリング(3件)

- 被験者は医師の言葉に真摯に耳を傾ける様子であった(家族も説き伏せるには有効かもしれない)
- 多少の緊張感がある雰囲気



▶ ☐医師+研究者によるカウンセリング(1件)

- 医師以外のコミュニケーターの介入で緊張感が緩和→ヒアリングの精度が高まった
 - >ヒヤリハット事例や車の使い方等の詳細な聞き取りが達成できた
 - >今後の選択肢に関する具体的かつ納得感のあるアドバイスができた
 - >丁寧な対応は時間の課題を検討する必要がある
 - >一方的な指導ではない寄り添い(カウンセリング)が重要であることが示唆された

被験者ごとに生活環境や置かれた状況が異なるため、何を求めているかを探ることが納得感に直結する。一方的なインプットでは効果が限定的になることが示唆された。

5-3. 課題c_デザインガイドライン案

▶ 課題c-ii: デザインガイドラインの開発(他課題との連携_普及・啓発の仕掛け)

① 運転外来前(医療機関へのフック)

② 運転外来そのもの(医療機関)

③ 運転外来後(医療機関外)

【個人/一般向け】

- ・健康診断
- ・セルフメディケーション
- ・無自覚群の掬い上げ



【企業/団体向け】

- ・職業ドライバーの安全推進
- ・企業健診などと連携
- ・受けて得する受け皿準備



運送業、バス、タクシー等

医療機関(眼科)
運転外来



【利用: 支援システム】

- ・後付け警報装置
- ・ADAS車購入支援

【学習: トレーニング】

- ・教習所との連携
- ・視線トレーニング

【制度設計】

- ・行政との連携(医療特区)
- ・保険業界との連携

【医療連携】

- ・認知症
- ・服薬・持病等

眼科医会/医師会
との連携

- 眼科検査所見
- DS体験
- 視線視野計体験

- ADASとは?
- 自動運転とは?
- どのような車に装備?

- ADAS装着車購入
- 視野トレーニング

2020年度

自分の弱点を
正確に知る

最新の技術を
正確に知る

対策の
実行

▶ コンテンツの充実
▶ 他事業の連携模索

運転リスクを
正確に知る

できる対策を
正確に知る

- DS結果解説
- 事故種類別リスク

- ADASの利用
- 免許について考える

別課題/研究と連携
(名古屋大学)