

安全運転教育用自転車シミュレータの開発

Development of Bicycle Simulator for Safety Riding Education

鈴木 憲二*
Kenji SUZUKI

宮丸 幸夫*
Yukio MIYAMARU

要 旨

生涯にわたる交通安全教育の実現には二輪車・四輪車の運転者教育に加え、免許を有しない自転車利用者の交通安全教育が不可欠である。そのため、幅広い年齢層に対応し、交通ルール、およびマナーの習得と危険予知予測能力の向上に有効な機能を有する安全運転教育用「自転車シミュレータ」を開発した。

ABSTRACT

Lifelong Education of Traffic Safety necessitates educating not only motorcycle and automobile drivers but also giving traffic safety education to bicycle users who may not have driving licenses. A “Bicycle Simulator” was developed for teaching safe riding to a wide age range, with effective functions to teach traffic rules and manners and enhance the student’s ability to predict risks.

1. まえがき

日本で自転車は日常生活の交通手段、レジャーなどの多様な目的で幅広い年齢層に利用されている。(財)自転車産業振興協会によると自転車の保有台数は年々増加傾向にある⁽¹⁾(Fig. 1)。また、自転車は環境負荷の少ない交通手段として、更にその利用が促進されていくと考えられる。

しかしながら、(財)交通事故総合分析センター(以下、ITARDAという)による事故統計データを見ると自転車利用者の増加に比例して事故が増えており、特に対歩行者事故が急増している⁽²⁾(Fig. 2)。また、自転車の運転には免許が不要であるため、自転車が道路交通法を遵守しながら走行しなければならない道路交通法上の軽車両であるという認識が薄い。そのため、一部利用者のルール・マナー違反が社会問題として大きく取り上げられている。

このような状況を踏まえ、健全な交通社会を実現するためには道路のインフラ整備、行政指導と合わせ、更なる自転車運転者への交通安全教育が必要であると考ええる。

運転シミュレータは、実際の交通環境で体験が困難な混

合交通に潜む危険を、その使用者に安全に体験させることができるので、それにより、自身の運転を客観的に見直して、理解し納得できるという特徴を有している。Hondaは、これまで自動車教習所の教習課程で使用できる二輪・四輪シミュレータや身近な二輪販売店の店頭で安全運転を学習できる「ライディングトレーナ」⁽³⁾を開発した。その経験を活かし、また、モビリティにかかわる企業の責務として生涯にわたる交通安全教育を実現するため、幅広い年代に有効活用できる「自転車シミュレータ」を開発した。

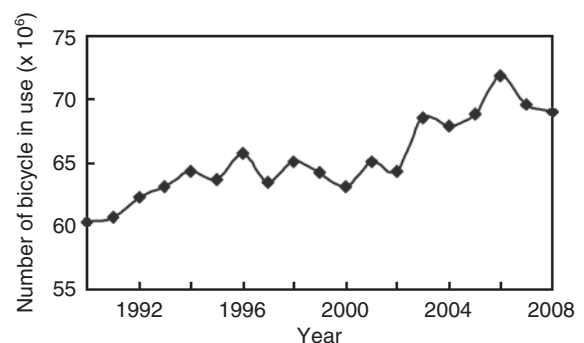


Fig. 1 Number of bicycles in Japan

*二輪 R&D センター

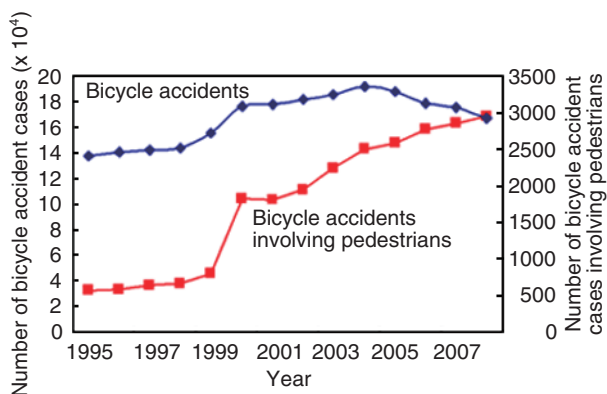


Fig. 2 Number of bicycle accidents and those involving pedestrians

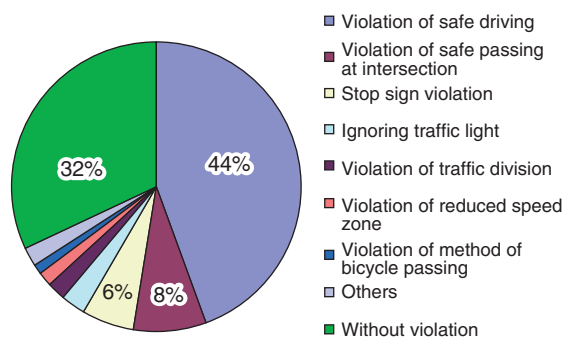


Fig. 3 Bicycle accident factors (2008)

2. 事故状況と自転車教育の現状

ITARDAの事故統計データによる自転車事故要因が示すように、安全運転義務違反や、交差点安全進行義務違反、一時不停止などの割合が大きく、自転車利用者が何らかの法令違反をしている割合が約7割を占めている⁽⁴⁾ (Fig. 3). また、年齢層別自転車関連交通事故を見ると、当事者は幼児から高齢者まで広く及ぶが、19歳以下の割合が最も多く、約3割を占めている⁽⁴⁾ (Fig. 4). このことから、自転車事故を減らすには、道路交通を経験し始める幼少の頃から交通ルールの学習と危険予知トレーニングを実施することが効果的と考える⁽⁵⁾.

自転車の安全教育は、警察主催の自転車教室や、学校における総合学習の時間、クラブ活動などでおこなわれている他、教習所や四輪販社が地域活動の一環として実施する例も多い。警察庁の資料⁽⁶⁾によれば、自転車教室の実施回数は増加傾向にあり、2005年には約2万2千回開催され、253万人が受講した。代表的な教育手法としては、座学の他、グラウンドに道路状況を模擬し、交差点の通過、発進時や見通しの悪い場所での安全確認手法などを実地体験させている。また、児童・生徒のみならず、高齢者向け自転車教室や、子供・親・高齢者の三世交代による交通安全教育を実施しているところも増えてきている。しかしながら、自転車安全教育はまだすべての年齢層で充分におこなわれているわけではなく、また、一般的には「参加している児童・生徒の主体性が見られない」との指摘⁽⁷⁾もあり、参加者の興味を引く教育効果の高い新たな取り組みが望まれている。

3. シミュレータの構成

Fig. 5に開発した自転車シミュレータの外観写真を示す。本シミュレータは、正面モニタ部、モニタスタンド部、制御用パーソナルコンピュータ部、車体部、リヤビューモ

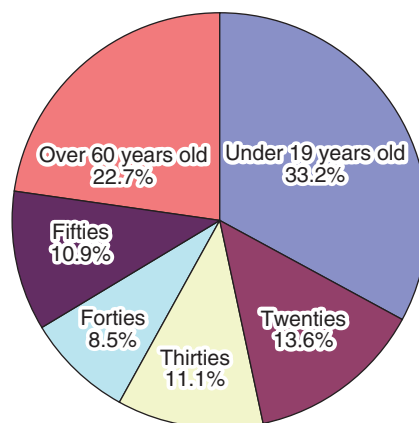


Fig. 4 Ratio of traffic accidents related to bicycles according to age group

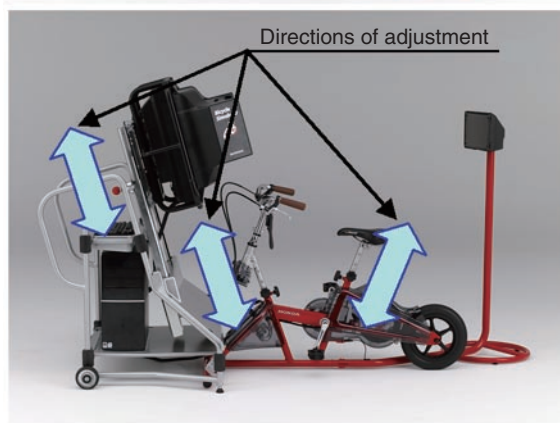
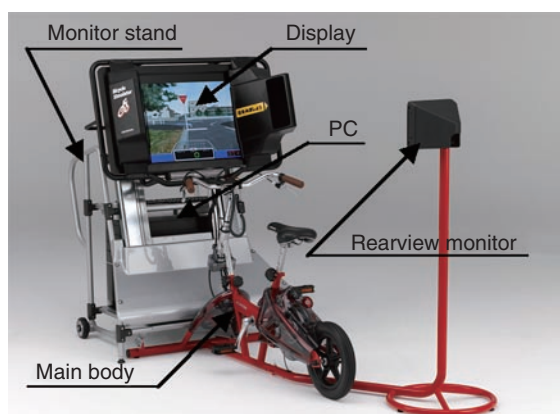


Fig. 5 Bicycle Simulator

ニタ部から構成されている。自転車教室の実施状況に合わせ、搬出入時には簡単に分解・組立ができ、容易に移動できる仕様とした。また、車体部は実車と同様にハンドル、ブレーキレバー、およびペダルの操作系を備えている。

幼児から大人まで使用するため、ハンドルとシートの高さを上下に調節ができるようにし、ハンドルについては調節方向も考慮した。また、正面モニタの高さ調節部にはガスダンパ、およびスライドレールを組合せ、軽い力で上下できる機構を採用して、体験者の視線に合わせて容易に高さ調節できる仕様とした。さらに、違和感なく路上走行を体験できるように、ハンドル操作とペダルに適度な荷重を与えた。

また、自転車シミュレータの乗車対象を自転車に乗り始める年齢の5歳児以上と設定しており、実際に安全に幼児が体験できるかを確認するため、幼稚園でのフィールドテストを実施した。そこで怪我につながる部位がないか、悪戯による不具合がないかなどの課題を抽出して、仕様に反映した。

制御部は、廉価かつスペースを必要としない構成にするため、映像、音響を含め1台のパーソナルコンピュータで動作するようにした。乗車部とパーソナルコンピュータのインターフェイスはUSB規格を採用した。

また、自転車教室でおこなわれている内容に則した機能として欠かせない安全確認動作を体得できる機構として、左右の安全確認用に「Mirror Box」、後方の安全確認用に「Rearview Monitor」、押し歩きができるように「Step Sensor」を装備した。装置類の詳細については次章にて述べる。

4. シミュレータの特徴と機能

4.1. 左右安全確認機能

体験者に見通しの悪い交差点や、路地で左右の安全確認をおこなうことを習慣づけるためには、シミュレータに左右確認動作をおこなわせる機能を持たせることが必要である。本シミュレータでは、画面の分割とMirror Boxを組み合わせることでその機能を実現した。モニタ画面は前方映像を表示する中央域と左右映像を小さく表示する左右域、後方映像を表示する後方域の四つに分割した(Fig. 6)。この小さく表示された左右域の映像をフレネルレンズで拡大して、鏡を用いて映像の方向を90度変えて映し出す機構をMirror Box内に構成した(Fig. 7)。これにより、左右の安全を確認するためには、上半身を前に乗り出してMirror Boxを覗き込む必要が生じ、身体を使った左右安全確認動作を習慣づけることができる。また、1台のモニタで左右にそれぞれモニタを設置したのと同等の機能が得られ、省コスト・省スペースにも貢献した。

正面モニタに中央域・左右域・後方域をすべて表示した

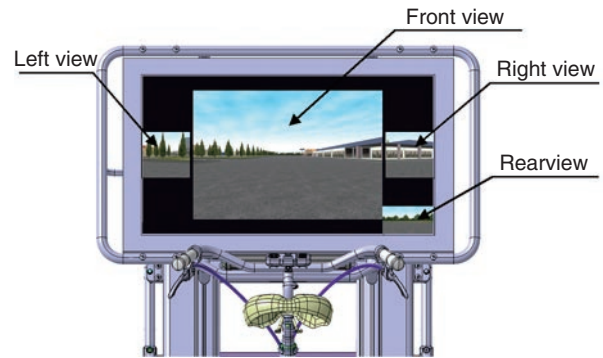


Fig. 6 Screen image

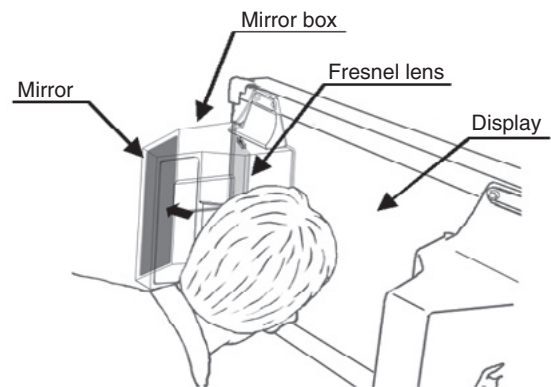


Fig. 7 Structure of "Mirror Box"

結果、プロジェクタを接続しスクリーンに同じ映像を投影することで体験者と同様の走行状況を体験者以外の見学者が見ることができる。そのため、集団教育への活用も容易である。

4.2. 後方安全確認機能

左右の安全確認と同様に、発進時もしくは進路変更時における後方の安全確認の習慣化には、実際に動作を繰り返しておこなわせる必要がある。Rearview Monitor(8インチのUSB接続モニタ)を設置した。正面モニタに映し出されている後方域の映像をソフトウェア上で切り出し、その映像をRearview Monitorに映し出すことで後方の交通状況を表示している(Fig. 8)。停車時、そのモニタには後方映像に重ねて数字が映し出され、体験者は振り返ってその数字を確認し、ハンドルに取り付けてある「Handle Switch」の数字ボタンを押す(Fig. 9)。押したボタンの数字とモニタに表示されている数字が一致した場合は正しく後方確認ができたことを示す確認音が流れる。不一致の場合はブザー音が流れ、また、確認を怠りボタンを押さずに発進した場合には警告アナウンスを流して確認を促すため、発進時の後方確認を習慣づけることができる。

開発初期では3色のLEDのみを用いた表示器を使用して同様のことをおこなっていた⁽⁸⁾が、この機構では後ろを振り返ったときに後ろの交通状況がわからないため、状況



Fig. 8 Photo of "Rearview Monitor"



Fig. 9 Photo of "Handle Switch"

に応じた判断ができないとのフィールドテストの評価結果に基づき、後方の交通状況が表示できる現モニタ仕様を採用した。

4.3. 押し歩き機能

道路交通法第17条、および第63条において、自転車を運転する際、歩行者専用道路や人込みや横断歩道等で歩行者の妨げになる場合は自転車から降りて押し歩くことと定められているが一般的に認知されていないことが多い。この点を教育するため、押し歩きを模擬する機能を付加した。押し歩き動作を検出するために専用設計の Step Sensor を用いた (Fig. 10)。この Step Sensor には3軸半導体加速度センサが内蔵されている。体験者が自転車を降りて Step Sensor を腰につけて足踏みをすることで、腰の加速度を検知する。その加速度に基づき歩行速度を算出して、ハンドルを切った向きに映像が進むように構成した。

4.4. 加減速演算

走行速度の演算手法として、ペダルで駆動される自転車の後輪の回転数を検出し、それをそのまま走行速度とする手法が一般に (トレーニングマシンなど) 使われている⁽⁹⁾。しかし、この手法では実際と同等の負荷や慣性質量を後輪に与えなければ、現実的な加減速運動を再現することは難しく、重く大きなフライホイールが必要となり、自転車シミュレータが重く、大型化してしまう。そこで、本シミュレータではペダルとチェーンによって回転駆動される小型フライホイール、およびその回転数を検出するピック

アップ (Fig. 11) を用いながら、新たに考案した速度演算アルゴリズムにより小型軽量のシステムで走行速度を再現した。ピックアップにより検出した回転数信号に後述の係数を乗じ、それを運転者が期待している加速度とみなす。その加速度にブレーキ入力量や路面勾配・転がり抵抗などから求められる減速度を反映しトータルとしての加減速度を決定する。その加減速度を積分することで走行速度を算出した。回転数信号に乗ずる係数は、こぎ出し時では大きく、走り出し後ではより小さな値とした。これにより、こぎ始めではペダルの踏み込みに対して直接的に速度が上がっていき、走り出し後は徐々に加速していく感覚となる映像の動きとなり、より実車に近い加減速感覚を与えることができた (Fig. 12)。

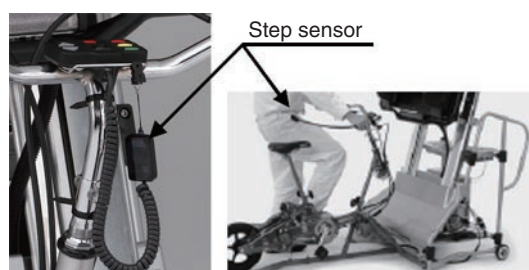


Fig. 10 Photo of "Step Sensor"

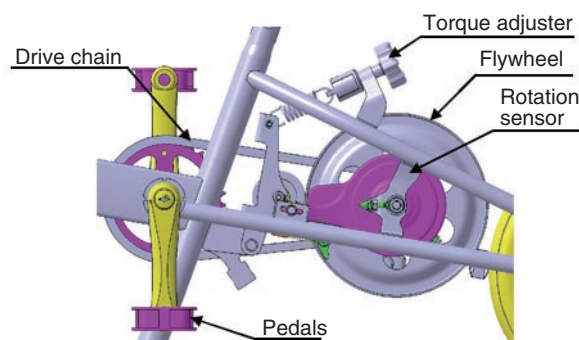


Fig. 11 Structure of drive parts

4.5. 教育機能

自転車特有の動作を模擬する体験機能に加え、教育機器としての機能について以下に述べる。

コース構成は、走る・曲がる・止まるといった基本動作を学べる「練習コース」、路上走行を体験しながら法規を学べる「やさしいコース」、路上の危険を体験し危険予知、予測トレーニングができる「難しいコース」、質問形式で標識、ルール、マナーを学べる「クイズコース」、路上走行で想定される横断歩道通行時の注意点や交差点通過における一時停止・安全確認の重要性などのポイントを短時間で体験できる「ケーススタディコース」を用意した。

自動車教習所で使用されているライディングシミュレータ⁽¹⁰⁾は、乗車対象者が免許取得可能な年齢層であること

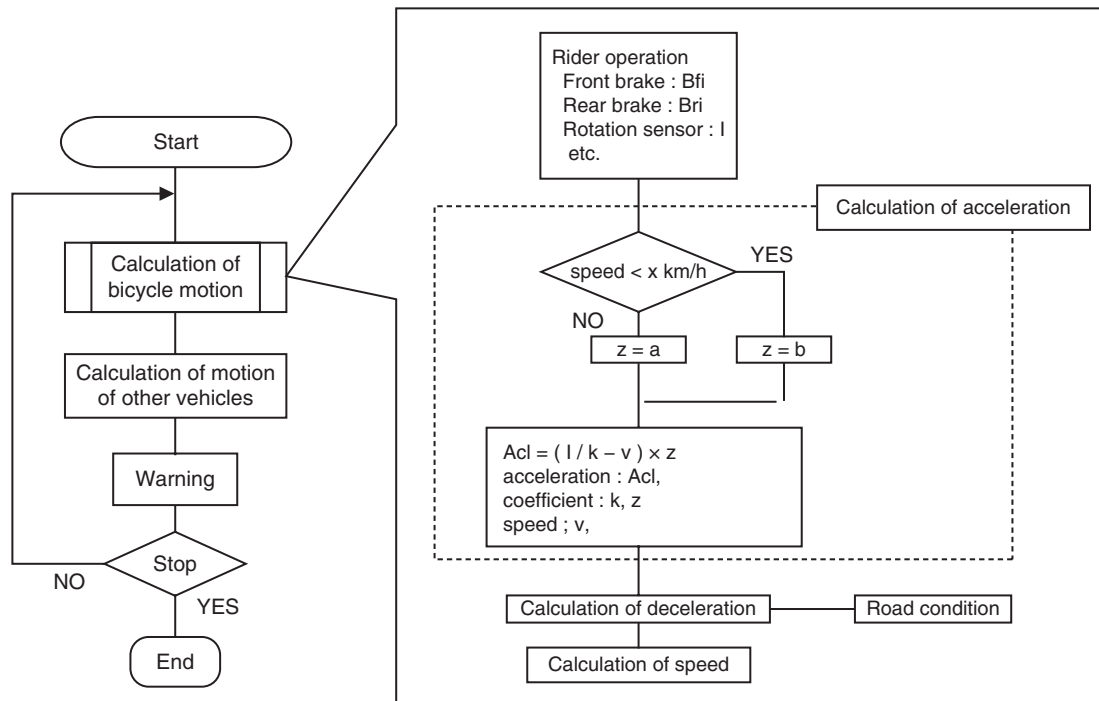


Fig. 12 Control flow of bicycle motion

や教習機材としてシステムが構築されている。しかしながら、自転車シミュレータは交通法規を知らない幼児・児童も乗車対象者としているために、「興味を持たせて楽しく学ばせる」ことに対してより注力し、解説やアドバイスをアニメーションと音声でおこなうキャラクターとして「ASIMO」を採用した。また、従来のシミュレータでは走行終了後にまとめて走行結果の評価をおこなっていたが、本シミュレータでは教育対象者年齢が幅広く、特に年少者では自分がどのような運転操作をしたか、記憶が薄れることによる教育効果の低下に配慮し、走行後の一括評価に加え、走行位置、事故形態、遭遇した危険場面をリアルタイムに読み取り、運転操作に対しその場その場で音声により適切な解説やアドバイスをおこなうようにした。

走行開始前に体験者の年齢層を選択させることで、体格差に応じた適切な視界高さからの視界映像や最高速・加減速などの走行性能、各年齢層の理解力に合わせた解説や説明表現、適用される法規の違いを反映した交通場面設定などの切り替えを可能とした。これにより幅広い年齢層に対応した安全な自転車利用の教育をおこなえるものとなった。

非安全事象が起きた時点で、アドバイスをその都度出す以外にもコース走行中に事故が発生した場合、その直後に自動的に俯瞰視点で再生し、何が起きたのか、なぜその事故が起きたのかをその場で振り返ることができる仕様にした。事故再生画面では、速度が数値で、前後ブレーキのかけ具合がバーグラフで表示される。左右のブレーキをどのように操作したかがわかることから、ブレーキ操作についての指導もすることができる (Fig. 13)。

最後に実際の交通安全教室で活用されている様子を Fig. 14 に示す。



Fig. 13 Screen image of replay after riding



Fig. 14 Bicycle simulator in actual training

5. まとめ

交通ルール、およびマナーの習得と危険予知予測能力の向上を目的とし、幼児から高齢者まで「興味を持って楽しく学べる」自転車シミュレータを開発した。自転車シミュレータは以下のような機能を有している。

- ・ 左右、および後方安全確認動作の体得機能
- ・ 自転車の押し歩きに対応し、道路交通法に則した正しい乗車方法の体得機能
- ・ 各年代に合わせた教育内容とアドバイス機能
- ・ 自転車が混合交通において遭遇しやすい危険場面体験機能

6. あとがき

試作機を使用した、数多くの小中高の教育現場や高齢者自転車教室、イベント・展示会での試乗を通し、自転車にまだ乗れない子供達も興味を持ち、楽しみながら安全運転教育が行えるとの声を多数頂いた。本シミュレータは平成 21 年 10 月に製品リリースを発表し、翌平成 22 年 2 月に量産が開始された。今後、自転車シミュレータが広く普及し、活用して頂くことで、健全な交通社会実現の一助となることを願っている。

参考文献

- (1) 財団法人自転車産業振興協会：自転車統計要覧，第 42 版 (2008)
- (2) 財団法人交通事故総合分析センター：交通事故統計年報，平成 20 年版 (2009)
- (3) 一見貞直，宮丸幸夫，青木克仁，鈴木憲二：安全運転教育用ライディングトレナーの開発とその特徴，自動車技術会 2006 年学術講演会前刷集，No.121-06，p.15-18
- (4) 財団法人交通事故総合分析センター：交通事故統計年報，平成 18 年版 (2007)
- (5) 小川和久：児童を対象とした交通安全教育プログラム「危険箇所マップづくり」の評価研究，国際交通安全学会誌，Vol.32，No.4，p.31-40
- (6) <http://www.npa.go.jp/bicycle/pdf/0611teigen.pdf>，2010/4/22
- (7) <http://www.npa.go.jp/bicycle/pdf/0705menkyo.pdf>，2010/04/22
- (8) 鈴木憲二，宮丸幸夫，一見貞直，青木克仁：自転車シミュレータの開発とその特徴，自動車技術会 2007 年学術講演会前刷集，No.71-07，p.15-18
- (9) 特開 2005-21391

- (10) 宮丸幸夫，山崎五郎，青木克仁：ライディングシミュレータの開発とその経緯，自動車技術会 2000 年学術講演会前刷集，No.59-00，p.1-4

■ 著 者 ■



鈴木 憲 二



宮 丸 幸 夫