



# ワールドラリークロス用ショックアブソーバの開発

奥村 昌利

## 1 はじめに

KYBは2017年よりモータースポーツ活動による技術力向上と人材育成、KYBブランドの確立を目的にモータースポーツ部（以下MS部）を発足させ、以下の①～④によりWorld Rallycross Championship（以下WRX）参戦を目指して活動してきた。

- ①後述するがWRXの競技の特性上ショックアブソーバ（以下SA）の性能差が出やすい世界選手権であり技術開発力向上が望めたこと
- ②海外レース現場における人材育成が望めたこと
- ③海外でのブランディングが望めたこと
- ④KYB技報第52号で紹介した「レース用パワーステアリング」が、2014年よりWRXに参戦していたEKS Performance AB（以下EKS）に採用されたこと

EKSとは2017年よりスポンサ契約を結び共同開発を進め、2019年には当社SA初の世界選手権にフル参戦を果たした。本報はWRX用SA開発及び海外レース現場でのテクニカルサポートについて紹介する。

## 2 WRXとは

### 2.1 WRXの歴史

1973年から開催されていたFIA European Rallycross ChampionshipのSupercarクラスが発展し、2014年から世界選手権に昇格され、年間10戦程度で欧州を中心に開催されているレースである。

### 2.2 WRXのレギュレーションの概略

#### 2.2.1 Supercarクラス車両

各チームが使用する車両のエンジンは約2000ccのターボエンジン、最高出力は約600HPであり、トランスミッションはシーケンシャル6速でフルタイム四駆、最低車両重量は1300kg、タイヤはCooper Tires社のWRX専用ワンメイクタイヤを使用している。0-100mは約2.5秒で駆け抜け、これはF1よりも速いといわれている。

また各チームでサスペンション形式の最適化を図っ

ており、SA及びスプリングのメーカは各チームが自由に選択することができる。SAについてはOhlins社、Reiger Racing Suspension社、Bilstein社、ZF (Sachs)社、BOS Suspension社、TEIN社などが参入しており、WRXで開発を行っているサプライヤも見られる。エンジンとトランスミッションの性能差が各チーム拮抗しているため、SAを含めたサスペンションの役割が大きいレースカテゴリといえる。

#### 2.2.2 Race format

コースは舗装路区間と未舗装路区間から成る約1kmのショートコースを使用し、コースには迂回路と必ず1カ所はジャンプポイントが存在する。またルール上各レース1周は迂回路を走行しなければならず、迂回路を走行するタイミングが各チームの戦略であり、レースの勝敗に大きく関係する。

レースは予選4レース、準決勝2レース、決勝1レースで行われる。予選の上位12台が準決勝に出走でき、準決勝1、2の上位3台ずつ（計6台）が決勝に進出できる。Season Point（以下SP）は予選と準決勝、決勝の結果に応じて付与され、年間を通してSPが多い者がチャンピオンとなる。

## 3 EKSとは

EKSとはMattias Ekström氏（以下Mattias）（写真1）が発足したWRXチームであり、2014年からWRXにスポット参戦し、上述した通り当初から当社製レース用パワーステアリングを搭載しているチームである。2015年からはWRXにフル参戦を開始し、2016年には年間チームタイトルを獲得。また2017年と2018年にはAudi SportのワークスチームとしてWRXに参戦していた名門トップチームである。

Mattias自身、ドイツツーリングカー選手権、WRX共に年間タイトルを獲得した名ドライバーである。

Audi Sportが2018年限りでEKSへのワークス活動を終了したため、チームの規模を小さくし、2019年は表1に示す体制、写真2、3に示す車両で参戦した。



写真1 Mattias Ekström氏



図1 WRX用SA 3Dモデル (外観)

表1 2019年EKS参戦体制と年間順位

Team Name	Driver	Season Rank
Monster Energy	Andreas Bakkerud (以下AB)	2nd
RX Cartel	Liam Doran (以下LD)	8th
EKS Sport	Krisztián Szabó (以下KS)	10th



写真2 Monster Energy RX Cartel 2019年参戦車両



写真3 EKS Sport 2019年参戦車両



写真4 WRX用SA (車両取り付け時)

## 4 WRX用SA

ここではWRX参戦に向けて当社で開発したWRX用SA(図1, 写真4)の新技术, 新機能について紹介する。

### 4.1 チューブ移動勘合式正立ストラット

まず初めに, EKSの車両はストラット(以下ST)形式のサスペンションを採用しており, 当社はそのに対応すべくST形式SAの構造検討を行った。表2にSTの分類表を示すが, その中から当社はWRX用SAにチューブ移動勘合式正立ST構造を採用した。表2よりわかるように, チューブ移動勘合式正立ST構造は非常に高価な構造ではあるが, 超高剛性であるため車両接触による強度的な不安が減少するとともに, 横力を最外殻部品で受けるためSAは非常に低摩擦になる。

5章にて後述するが, 採用可否判断をするためにレースに出場した際に, 車両同士の接触があったが当社製のSAが破損することなく, EKSからも高評価を頂いた。

### 4.2 伸圧独立減衰力調整式SA

一般的な減衰力調整式SAは減衰力調整をする際, ピストンロッドニードル油路の開口面積を変化させる構造を採用している。その構造の場合, ピスト

表2 STの構造分類表

大分類	中分類 チューブ (シリンダ)本数	小分類1 ばね上剛性部	小分類2 勘合方式	主な用途	性能	剛性	摩擦	部品数	価格	
					高:5 低:1	高:5 低:1	低:5 高:1	少:5 多:1	低:5 高:1	
ST	正立	1チューブ	ピストンロッド摺動	移動	低価格車高調	1	1	1	5	5
		2チューブ	ピストンロッド摺動	移動	量産品用	3	2	3	4	5
		3チューブ	チューブ摺動	固定	ラリー用	5	4	4	1	2
	倒立	2チューブ	SAシリンダー摺動	移動	ラリー用	5	5	5	1	1
				固定	スポーツ走行用	3	3	2	4	4
		3チューブ	SAシリンダー摺動	固定	スポーツ走行用	3	4	2	3	3

ンロッドニードル油路の開口面積は伸行程、圧行程共に影響を受けることになるため、伸行程減衰力と圧行程減衰力が共に変化する。しかし今回設計した新構造は、ピストンロッドニードル油路の開口面積が、伸行程にのみに作用するように独立させたため伸行程減衰力のみ変化する。そのことによってチューニング性の向上が図られた。

この構造は初実車走行テスト時から搭載しており、EKSからは以下の(1)、(2)について高い評価を頂いている。

- (1)伸圧独立で減衰力調整ができることで車両運動特性を部分的に改善することができる
- (2)減衰力調整による背反が起きづらい

#### 4.3 ハイドロバンプストップ

上述した通りWRXのコースは大小あるものの、必ず1カ所はジャンプポイントが存在し、ジャンプの着地後の車両安定性がラップタイムに大きく関係する。ジャンプの着地後の車両安定性を向上させるためには様々な方策があるが、それぞれ利点及び欠点が存在するため、それをまとめる。

- ①圧行程減衰力を高く設定
  - 利点：簡易
  - 欠点1：路面からの突上げが大きくなる
  - 欠点2：トラクションや操縦性などが悪化する
- ②メカニカルバンプストップ（以下MBS）を搭載
  - 利点1：安価
  - 利点2：ボトムタッチ時に金属部品同士の接触を防いで衝撃を緩和できる
  - 欠点1：ゴムやウレタンなどの材質は、ばね反発力があるため車両安定性が低下する
  - 欠点2：不意にばね反発力が発生し、トラクションや操縦性などが低下する

- ③ハイドロバンプストップ（以下HBS）を搭載
  - 利点：油圧で減衰力を上げるため、ばね反発力がなく安定する

欠点1：高価

欠点2：路面からの突上げが時折大きくなる

欠点3：減衰力が唐突に上がるとトラクションや操縦性などが低下する

以上の①～③の欠点で分かるように、ジャンプの着地後の車両安定性と路面凹凸の走破性、トラクションや操縦性などは背反特性であり、両立が難しいことがわかる。ただし、③HBSの欠点1については性能重視で採用されることが多いモータースポーツ業界では大きな欠点とは言えず、また欠点2、3については発生頻度が少ないことから、コース上にジャンプなどのイベントがあるRallycrossやRallyなどのモータースポーツ用SAではHBSを採用することが必須となっている。

当社としては、②MBSの利点2と③HBSの利点に着目しそれぞれを併用することにした。しかし上述した背反特性があるため、当社は以下A～Cを用いて両立を図った。

- A：MBS極薄構造
- B：HBS減衰外部調整機構
- C：HBS三段階減衰力可変機構

上記A～Cを搭載したことにより、MBSとHBSの欠点を最小限にしつつ、上記背反特性を高次元で両立させることに成功し、EKSからは以下の(1)～(3)について高い評価を頂いている。

- (1)各コースに対しての適応性が高い
- (2)着地後の車両が他チームよりも安定している
- (3)コーナリング時に急激な減衰力変化が発生しないためグリップが急変せずスムーズ

## 5 EKSとの共同開発

上述した通り2017年に当社にMS部が発足し、2017年にはスポンサ契約、共同開発契約等をEKSと締結した。その当時からEKSが使用していたSAのサスペンション取り付け寸法やサスペンションの3Dモデル、SAのストロークなどの情報を共有し、その情報をもとに当社で机上検討と試作品製作を行い、実車走行テストに向けて準備をしてきた。表3に示す通り、2018年から実車走行テストを開始し、EKSに採用されるようにテストごとに改善すべき点を明確にして性能アップを図った。

表3 EKSとの実車走行テスト

Year/Month	Test format	Place
2018/3	Private test	Mayenne (France)
2018/5	Race test (British RX)	Silverstone (Great Britain)
2018/6	Private test	Strängnäs (Sweden)
2018/7	Private test	Höljes (Sweden)
2018/9	Race test (WRX)	Rīga (Latvia)

表3の通り性能確認を3回のPrivate testで実施し、彼我比較と耐久確認を2回のRace testで行った。各テストの間隔は約2ヵ月あるが、実際はテスト後にSAをEKSから当社へ返送し、日本で仕様変更と機能改善を行い、再度テスト1週間前にはEKSへSAが到着するように出荷するため、SAの仕様変更と機能改善を実施できる期間は非常に短く大変苦労した。時には現地で仕様変更をする必要があり、昼食を食べずに準備したり、夜中まで準備をしたりして大変苦労した。

また、様々なドライバにテストしていただいたが、共通のエンジニアとメカニックがテストに参加する等EKS側の配慮があったため、各ドライバの特徴などを把握したうえでSAの評価ができた。さらに、様々なコースでテストしたことで、多種多様な路面環境下での評価によって当社製SAの実力把握ができ、我々自身も本物のラリークロスコースを見て学べたことは非常に大きな経験になった。

主な機能や部品については4章で紹介した通りだが、それらだけではなく常にSAの基本特性の改良を進め性能向上をさせていった。最終的には、2018年9月のRīgaにて写真5に示す車両で以下の①②を評価するためにスポット参戦を果たした。

- ①レース中のラップタイム
  - ②レース条件下での信頼性及び耐久性
- 結果としては準決勝で接触によるサスペンション

アームの破損が原因でリタイアとなったが、初出場準決勝に進出したこと、サスペンションアームが破損するほどの接触があったものの当社製SAについては破損がなかったことなどが評価され、2019年より正式に採用されることが決定した。



写真5 2018年WRXスポット参戦車両

## 6 2019シーズンの成績と成果

### 6.1 2019年シーズンのレース成績

EKSに正式に採用されたことにより、2019年のレースには全戦帯同しSAの技術サポートを開始した。表4に開催された全10戦のWRXのレースと表1に示す3台の最高順位を示す。

表4 2019年開催地と最高順位

Round	Place	Highest Rank
1	Yas Marina (UAE)	3rd Place (LD)
2	Barcelona (Spain)	3rd Place (AB)
3	Spa (Belgium)	2nd Place (AB)
4	Silverstone (Great Britain)	2nd Place (AB)
5	Hell (Norway)	5th Place (LD)
6	Höljes (Sweden)	12th Place (AB)
7	Trois-Rivières (Canada)	1st Place (AB)
8	Lohéac (France)	5th Place (AB)
9	Rīga (Latvia)	3rd Place (AB)
10	Cape Town (South Africa)	2nd Place (AB)

表4から読み取れるように、参戦初年度にもかかわらず全10戦のうち7戦で表彰台を獲得しており、安定した成績を残すことができた。EKSは名門トップチームであり、Andreas Bakkerud氏はトップドライバであるため当然の結果かもしれないが、参戦初年度としては当社にとって素晴らしい結果を残すことができた。参戦した3台とも成績が良くなかったレースはマシントラブルやクラッシュなどが原因

でリタイアしたり、スローダウンしたりしたレースであり、基本的には天候や路面コンディションに左右されることなく安定したレースが多かった。そのような中、当社製のSAがトラブルを起こして順位を落とすことはなく無事シーズンを終えられ、EKSからさらに信頼を得ることができた。

### 6.2 EKS内での当社の役割と成果

当社が担当したのは当社製SAの製品提供だけでなく、EKSにセッティングのアドバイスも実施した。ドライバーから現状のセッティングで起こっている問題点を挙げてもらい、SA目線で問題を解決するアドバイスを実施した。シーズン序盤は車両特性を把握できなかったため非常に厳しい戦いの中で結果を出していたが、シーズン中盤からは我々の提案で安定した結果が出るようになり、EKSからはさらに高い信頼を得ることができた。

### 6.3 スポンサーシップの成果

またレースの成績には関係はないが、2017年から開始したスポンサーシップ契約に基づくWRX参戦車両への当社ロゴの掲載を継続してきたこと、レース終了時にAndreas Bakkerud氏が当社名を出してYouTubeやSNSでコメントしたことなどから、他のレースチーム、他のレースカテゴリからの引き合いなどもあり、WRXに参戦したことによる海外での当社のブランドイメージや知名度は向上した。これを継続しEKSと協力して広報活動を行っていくことで、さらなるブランドイメージ及び知名度向上、モータースポーツ活動以外のビジネスチャンスを得られることが期待できる。

## 7 おわりに

当社のWRX用SAが参戦初年度にもかかわらずシーズン2位（SPは1位タイ、優勝回数によって2位）という結果が残せたのは、社内外の方々のご指導とご支援があったからこそ達成できたことであ

ります。この場を借りて厚くお礼申し上げます。

また、我々をアットホームな雰囲気であったチームに迎え入れ、我々の英語を理解しセッティングに反映してくれたEKSの方々にも厚くお礼を申し上げます。

さらにモータースポーツに関わったことがなかった私が、WRX参戦活動及び2019年のWRX全戦帯同したことは、エンジニアとしてSAの知識を深められただけでなく、車両運動特性の知識やレースでの戦略的判断、ドライバーのコメントや天候、路面状況などから現状を総合的に分析及び判断し、先見性を磨くことができ貴重な経験をさせて頂きました。

最後になりますが、2020年は以下の表5に示す参戦体制及び写真6に示す車両でWRXに参戦しています。EKSは以前から協力関係にある、JC Raceteknik ABを支援する形で参戦しています。当社としてはWRXで勝利を収められるように開発と技術サポートを継続していく所存です。

表5 2020年EKS参戦体制

Team Name	Driver
KYB Team JC	Robin Larsson
	Janis Baumanis



写真6 KYB Team JC 2020年参戦車両

## 著者



### 奥村 昌利

2010年入社。経営企画本部モータースポーツ部所属。基盤技術研究所運動制御研究室、オートモーティブコンポーネンツ事業本部製品企画開発部を経て現職。