

第14回スターリングテクノラリー (V4 スターリング・バイクの試作)

遠山 壽・可知陽之郎

1. はじめに

スターリングエンジンとその搭載車両を自作して参加するスターリングテクノラリーは、“アイデアを生かした”ものづくり”として魅力を失わない大会を目指してきた。1997年第1回大会以来、毎年行われている。今回14回目(2010年)となり、沖縄から北海道までの工業高校、高等専門学校、職業訓練短期大学校、大学、一般と年々参加台数が増加してきた。種目は、車両の幅105mm以内のミニクラスから人間乗車クラスなど、6クラスの競技となった。人間乗車のクラスでは3輪、4輪が一般的で2輪は少ない。2輪は、搭載するエンジンの大きさ、形によって車両のバランスが難しい。今回はこれまで製作したエンジンの改良を含め、4台目の試作となるV形4気筒エンジンのバイク(以下 スターリング・バイクと称す)の製作にチャレンジした。本稿では、スターリング・バイクの試作と第14回大会参加の概要について述べる。

2. 試作車の概要

今回試作したスターリング・バイクの諸元を表1に、その外観を図1に示す。

今回試作したV4スターリング・バイクでは、シリンダ及びクランクケースの加工精度を上げ

表1 試作車諸元

エンジンの形式	β 形 V4気筒
ディスプレイサ	ボア×ストローク $\phi 84 \times 45$
パワーピストン	ボア×ストローク $\phi 84 \times 35$
位相差	75°
作動ガス	空気、ヘリウム
加熱源	ガスバーナー
最高回転数	276rpm
ホイールベース	1710mm
全長	2120mm
全高	90mm
車両重量	55kg
フレーム材質	SS400, SCM



図1 V4スターリング・バイク

るため、一部分の加工を外注に依頼した。

2. 1 シリンダの加工

1, 2, 3号機^{1~4)}のエンジンのシリンダは、ステンレス材のフランジとパイプを溶接した後に旋盤によって外面及び内面加工を行った。内面加工は、溶接による歪とチャッキング加工後による変形が大きく、高い精度に加工できなかった。そのため、今回は溶接による歪を避けるため中実材から外面、内面を削り出した。さらに、旋盤加工のみであった内面加工を初めて外注(研削加工)に依頼した。さらに、図2に示すように研削加工後は、研磨剤を使用してピストンとシリンダの摺合わせを行った。その結果、前機エンジンまで0.03から0.06 mmにバラついていたピストン・クリアランスは、0.01mmと平均化した精度になった。図3に示すシリンダは、中実材から外面部分の薄いツバを残し、そこにアクリルパイプを取り付け完成した状態である。

2. 2 クランクケースの加工

図4に示すクランクケースは、軽量化の穴及びベアリング・ホルダを加工後、V形4気筒用に溶接した状態のものである。ベアリング・ホルダの穴加工は、ベアリング組み付けの最終寸法より1 mmほど残し、ボーリング・マシンで加工(外注)を行った。溶接後の穴加工によって、軸受三か所の内径精度を高めることが出来た。図5は、エンジン完成後に試運転を行っている様子である。クランク部分の位相の組み付けを間違えると、エンジンが自力運転できなくなる。

2. 3 シャシ本体の製作

シャシ本体は、本学の車体専攻科の協力を得て原付を土台に製作した。通常のバイクと異なり、エンジンが大きく、重いことでバランスがとりにくい。しかも、座席のすぐ後ろ側に加熱器があるために、車両全体が2120mmと長くなった。図6は、原付を解体して長くし、エンジンに合わせてシャシ部分を溶接している様

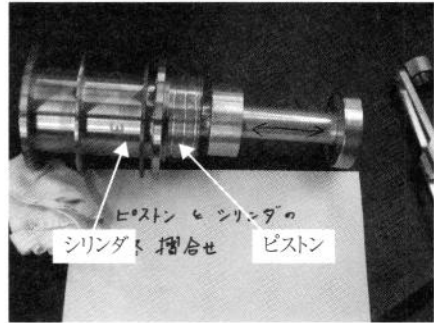


図2 研削加工後の摺合わせ作業

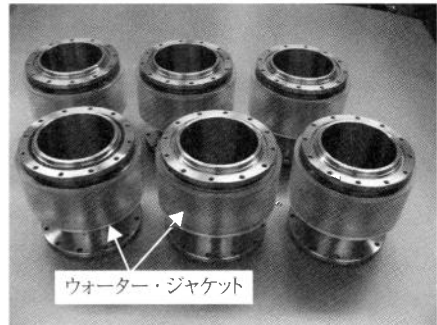


図3 完成したシリンダ

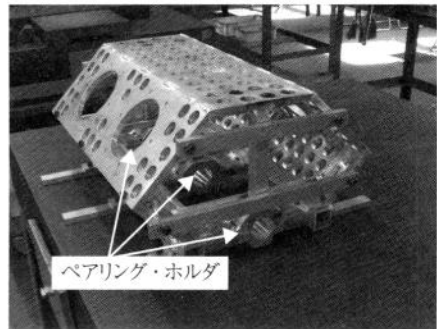


図4 V4クランクケース

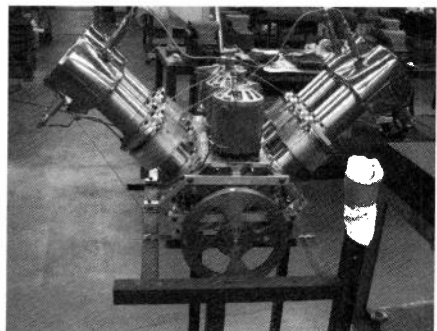


図5 エンジン完成後の試運転

子である。エンジンが大きく、V形のため運転中に横倒しになり易い。道路上に接触しない様に、車高を低くし、運転者の足が着きやすくした。図7は、エンジン取り付け前に塗装作業を行っている様子である。通常は、乗用車の塗装を行っている本格的なブースで塗装が行われた。図8は、遂にスターリング・バイクの誕生である。

2.3 駆動方法

V4スターリング・バイクの駆動は、運転用ハンドルの左側をクラッチとして利用している。握り部分を離れた時に、図9に示すイドラ車がワイヤーを介してスプリングによって引き上げられる。イドラ車は、エンジン連結の摩擦車と後輪のタイヤに同時接触し駆動が行われる。駆動後は、クラッチを離れたままでスプリングの力によって駆動が維持できる。

3. 今大会（14回）の概要と結果

3.1 概要

今大会は、2010年11月13日、埼玉県南埼玉郡に所在する日本工業大学で行われた。

競技種目は、ミニ（MS, MD）、人間乗車（L）、無線操縦（RC）、クーラ（SC3V, SC100V）の6クラスで行われた。MDクラスは宙返りループを含む全長12mの長円形のコースでループを何回通過できるかで耐久回数を競う。Lクラスは、2輪、3輪、4輪可能で四角形のコースを60分間走行し、走行距離を競う。クーラクラスは、スターリングサイクル独特の逆サイクルを利用して、非加熱でエンジンを正方向にモータリング（空転）させ、ヘッドがどれだけ冷却できるかを競う⁴⁾。

3Vクーラは市販の単3乾電池2本・3V（マンガン、アルカリのみ）を電源として小型モータで最長5分間動作させ低温部を測定する。動作気体は空気とし、平均圧力は大気圧程度とする。

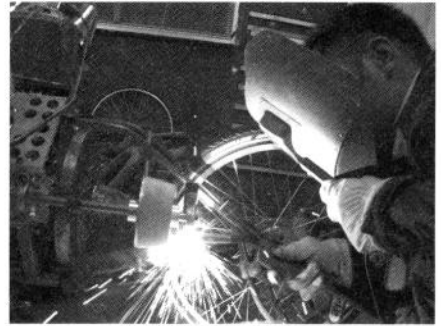


図6 シャシ部分の溶接作業

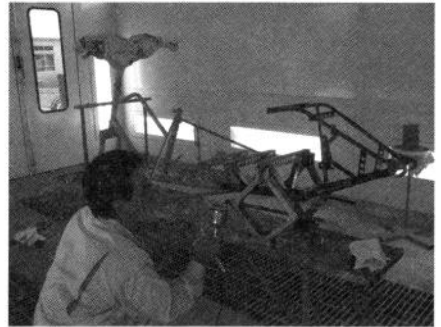


図7 シャシ部分の塗装

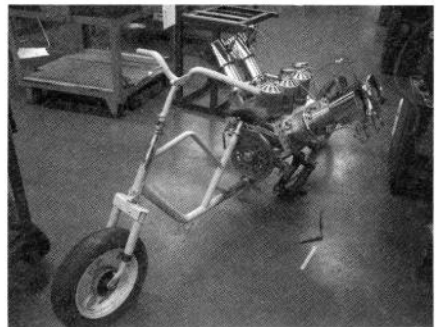


図8 V4エンジン取り付け

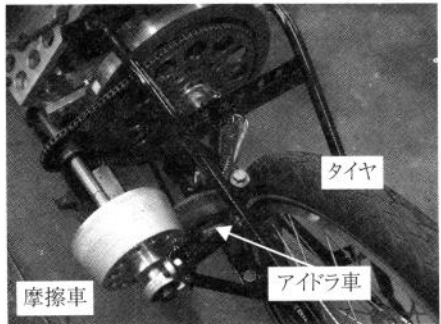


図9 駆動方法

表2 MDクラス 出場台数26台

順位	チーム名	参加団体名	公式記録
1	PM	都立杉並工業高等学校	25周回
2	銀（しろがね）	都立杉並工業高等学校	20
3	Sky express	都立杉並工業高等学校	17.5
4	暁（あかつき）	都立杉並工業高等学校	13.0
5	紅（くれない）	都立杉並工業高等学校	12.5

表3 MSクラス 出場台数 52

1	北豊島4号	都立北豊工業高校	1.58秒
2	隼	都立杉並工業高等学校	1.61
3	チーム取手 Ikeda	茨城県立取手第一高等学校	1.64
4	水一ギアン4号	岡山県立水島高等学校	1.70
5	ポンポン	都立杉並工業高等学校	1.72

表4 RCクラス 出場台数 21

1	TOMCAT 10	湘南 EcoDrive	0.24.86秒
2	AL-KALI-PSE	茨城県立中央高校	0.40.54
3	イースター Jr	神奈川県立平塚工科高校	1.00.70
4	SUTELa	摂南大学	1.05.39
5	MOSEY-RC10-Smart rap	米子工業高等専門学校	1.29.32

表5 人間乗車クラス 出場台数 9

1	NAC 岐阜 V6ベータ	中日本自動車短期大学	203周回
2	KDS-010	千葉職業能力開発短期大学校	67
3	SUKIN 頭	滋賀職業能力開発短期大学校(アイデア賞)	10
5	V4スターリング・バイク	中日本自動車短期大学(アイデア賞)	1

表6 クーラ3V 出場台数 17

(温度降下)

1	MOSEY-C10-小雪	米子工業高等専門学校	35℃
2	さいしょの3V	茨城県立中央高校	25.6
3	カセ	茨城県立中央高校	21
4	TSUBAME-2	津山工業高専 細谷研究室	15
5	沼津工高 ARAI	沼津工業高校	9

表7 クーラ100V 出場台数 5 ((5分間降下温度)通常10K降下にかかる時間)

1	Cold-Wired-X	茨城県立中央高校	155秒
2	C100	沼津工業高等学校	297秒
3	タカちあん号	職業能力開発センター大田校	1.1℃

100V クーラは、主催者が用意した積算電力計を使用し、単相交流100V（15A）を電源とする。5分間以内に冷却対象物の温度を室温から10K 温度降下させた時点で測定を終了する。順位は5分間の降下温度、通常は10K 降下にかかる時間によって決める。

3. 2 結果

表2～7にエントリー台数、上位の公式記録及び特別表彰チームを示す。本学チームの車両V形スターリング・バイクは、表5に示すように5位となった。図10は、スタート直後に駆動システムのトラブルで停止してしまい、再度エンジンを駆けなおして再スタートを試みているところである。人間乗車クラスは、2輪車が我がチームのみでスタート前から注目されていた。エンジンの調子良かっただけに残念な結果に終わってしまった。一方、V6-βは、周回コースを順調（203回／60分）に走行し、他チームに圧勝することができた。

図11に示す車両は、Lクラスで3位に入賞した車両である。スコッチヨーク機構を採用したこのエンジンは、バツハ圧（クランクケース全体を覆いポンプによりケース内の内圧を上げる）によって結果的にシリンダ内圧を高めることが出来る。今後の改良によって我がチームのV6-βの記録に迫ってくる車両の一番手になると考えられる。

3. 3 特別講演

第5回大会から大会終了後の表彰式前に、スターリングエンジンの性能、研究などをテーマに特別講演が行われている。先回は、草加浩平・特任教授が“東京大学で取り組んでいるものづくりプロジェクト”と題して講演が行われた。今回14回目は、人間乗車クラスで優勝7回を達成し、60分間の走行にも成功した我がチームが依頼がされた。図12は、筆者が全国の高校生や大学関係の先生方の前にて発表しているところである。講演題目は“自作・スターリングエンジンカー”、



図10 スターリング・バイクのスタート



図11 今大会注目されアイデア賞を獲得したスコッチヨーク機構採用の車両



図12 特別講演中の筆者



図13 100周を超え飲み物を受けとるV6-βドライバーの筆者

内容は、今回出場したV4スターリング・バイクや、図13に示すV6- β の製作工程、改良における苦労話についてである。特にシリンダの溶接による歪、V形エンジンの特殊コンロッドについて熱弁した。

4. あ と が き

今回試作したスターリング・バイクは、筆者がエンジン部分、シャシ部分は、本学の車体専攻科の先生方と自動車工学専攻科の学生・受本裕史君が協力し製作した。エンジンの製作が遅れ、一時は完成出来ないかと思われたが、なんとか大会に間に合いアイデア賞を獲得した。しかし、外注加工による加工精度が上がったにも関わらず十分な結果を出せなかった。今後、エンジン回転数300rpm以上の向上及び駆動方法を再検討し、スムーズな走行ができるようにと考えている。

終わりに、本稿作成に際しご指導頂いた本学の高行男教授に感謝を表します。また、試作に際し協力頂いた車体専攻科の相庭誠夫準教授に感謝します。

5. 参 考 文 献

- 1) 遠山 壽：スターリングエンジンカーの試作（第4報，第4回スターリングテクノラリー），中日本自動車短期大学論叢，第32号，27-32（2002）
- 2) 遠山 壽： β 形エンジンのスターリングエンジンカーの試作（第6報，第7回スターリングテクノラリー），中日本自動車短期大学論叢，第34号47-52（2004）
- 3) 遠山 壽：V形スターリングエンジンカーの試作（第7報，第8回スターリングテクノラリー），中日本自動車短期大学論叢，第35号23-28（2005）
- 4) 遠山 壽：第10回スターリングテクノラリー（スターリングエンジンカー3号車の試作），中日本自動車短期大学論叢，第37号9-14（2007）