

## 第26回衛星設計コンテスト

### アイデア概要説明書

応募区分 ジュニアの部

#### 1. 作品情報・応募者情報

作品名 飛び出せ！フジイ折り			
作品名 副題			
	氏名(フリガナ)	学校名、学科	学年
代表者(正)	山口 凜 (ヤマグチ リン)	長崎県立長崎西高等学校 普通科	1年
代表者(副)	藤井 歩希 (フジイ アユキ)	長崎県立長崎西高等学校 普通科	1年
メンバ1	上野 若夏那 (ウエノ ワカナ)	長崎県立長崎西高等学校 普通科	2年
メンバ2	中島 瑠南 (ナカシマ ルナ)	長崎県立長崎西高等学校 普通科	1年
メンバ3	西村 樹 (ニシムラ タツキ)	長崎県立長崎西高等学校 普通科	1年
メンバ4	福田 隼士 (フクダ ハヤト)	長崎県立長崎西高等学校 普通科	1年
メンバ5			
メンバ6			
メンバ7			
メンバ8			

#### 2. アイデアの概要

人工衛星に搭載する太陽光パネルの新たな展開方法について提案する。アームの部分は「飛び出す絵本」から着想を得て、従来の多段で伸ばすアームに比べ駆動部分を減らすことができた。また、パネルの折り方については「折り紙」から着想を得て、従来のミウラ折りとは異なり、畳んだ際にパネルがきれいに重なる「フジイ折り」を考案した。小さい面積から大きなパネルを展開できるため、人工衛星の小型化による表面積の減少に対応できる技術になると考えられる。

#### 3. 目的と意義

##### (a) 目的

小型人工衛星の太陽光パネルは、立方体の筐体の6面に貼り付けてあるが、人工衛星の小型化が進むほど表面積が小さくなり、発電量が減少することが懸念される。そこで、本研究では、今後一層の小型化が予想される小型人工衛星に搭載して使用することができる、大型展開が可能な太陽光パネルの作製を目的とした。

##### (b) 重要性・技術的意義等

これまでの太陽光パネルの平面展開は、アームの伸縮等で行ってきた。小さい筐体に長いアームを格納すると多段で伸ばすこととなり、駆動部分が増えて故障のリスクが高まってしまうと考え、本研究では、駆動部分を可能な限り減らし、1つのモーターのみで平面展開できる方法を考案した。設置に場所をとらず、故障のリスクを下げるとともに、展開後は広面積のパネルを展開でき、大きな電力を得られるため、小型人工衛星による研究の幅が広がると考えられる。

#### 4. アイデアの概要

宇宙空間におけるパネルの平面展開の方法は、これまで数多くの検討がなされてきた。イカロスは遠心力によりソーラーセイルを展開し、フリーフライヤーにおいては「ミウラ折り」で畳んだパネルを宇宙空間で展開した。本研究では「飛び出す絵本」と「折り紙」に着想を得た、新しい展開機構について提案する。

##### ■「飛び出す絵本」を参考にした、「飛び出すアーム」機構

飛び出す絵本を開けると、恐竜や童話の主人公が飛び出してくる。これは、特定の角度で折り目を付けられたアームがページに接着されており、ページを開く動作によって、このアームがページの外へ倒れ込むためである。ページを開ける動作を行うと、アームが決まった位置まで動くため、この機構をパネルの展開の動力に利用できないかと考えた。ページを開くだけでアームが飛び出し、アームの先につけたパネルを平面展開するように設計すれば、この平面展開に必要な動力は、ページを開くためのモーターただ1つのみとなる。

図1の①～③は、ページを開けるとアームが奥に向かって飛び出しながら倒れていく様子である。ページから飛び出すアームは、ほぼ90°奥向きに動き、開いたページと同一平面上にくるまで移動する。太陽光パネルの発電量は正射影面積で決まるため、太陽光パネルが斜めに展開されてしまうと発電量が増えない。本研究では、アームが90°回転することにより、最大面積となる展開が可能である。

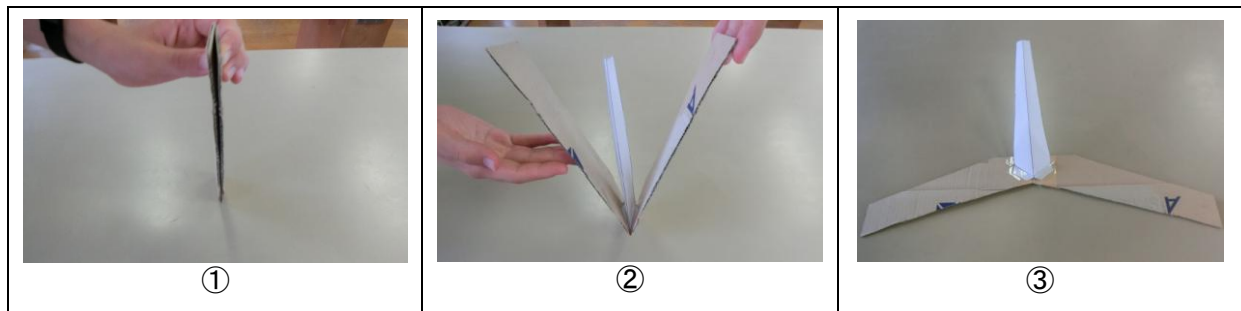


図1：①～③は飛び出すアームの展開の様子

##### ■「ミウラ折り」に代わる新しい折り方「フジイ折り」

前述の飛び出すアーム機構では、1次元方向に引く力しか生み出せないが、そのような中でも平面展開ができる折り方として開発された先行研究に「ミウラ折り」(図2)がある。本研究では、従来のミウラ折りに代わる新しい折り方を考案した。この折り方を、考案したメンバーの名前にちなんで「フジイ折り」(図3)と命名する。フジイ折りは、2枚のパネルが展開したときに互いが重ならないよう、すべて開くと平行四辺形になるようにした。また、ミウラ折りは畳むと図形がずれて重なるが、フジイ折りはきれいに重なるように折ることができ、ずれずに畳むことができるため、コンパクトに収納できる。

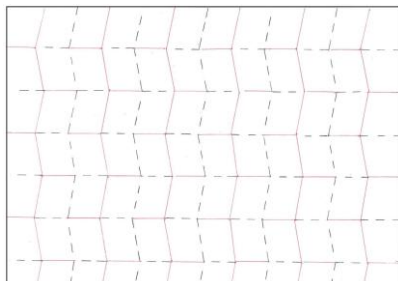


図2：(参考) ミウラ折り

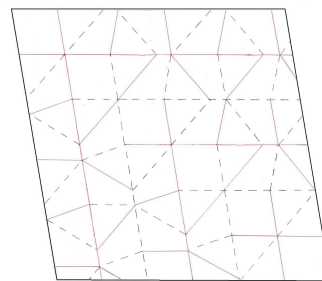


図3：フジイ折り

図4の①～⑥は、フジイ折りで畳んだ2枚のパネルを図1のページとアームの間に挟み、ページを開く様子である。ページを開けるとアームが奥に倒れながら、ページとアームの両方の張力によりフジイ折りが平面展開されていく様子がわかる。パネルの対角線が、ページの先端とアームの先端をつなぐように固定してあり、ページを開くとパネルが対角線方向に力を受け、パネルの折り目が解けると同時にもう一つの対角線方向にも復元力が生じ、ミウラ折り同様にパネルが平面に展開する。

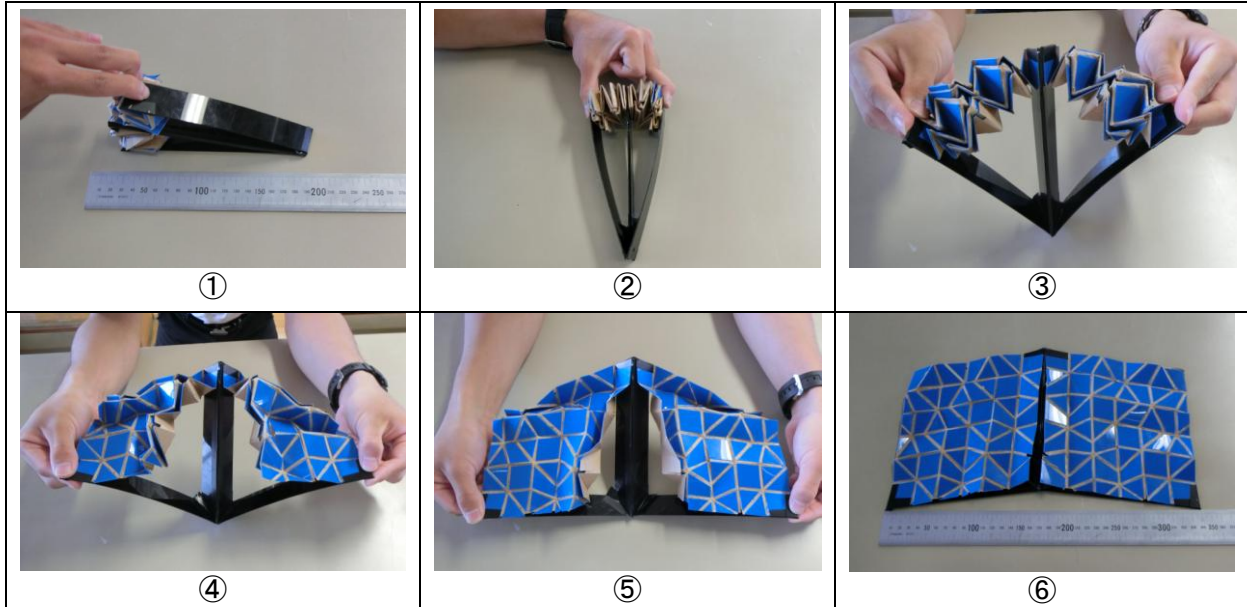


図4：①～⑥はフジイ折りの展開の様子

#### ■「フジイ折り」と「ミウラ折り」の比較

プラスチック板を用いてミウラ折り、フジイ折りの両方の模型を製作した。パーツの接合部をコの字に折り曲げられるように、パーツとパーツの間隔を板の厚さの2倍にして薄い膜で接合した。実際に折りたたむと、ミウラ折りは折りたたんだ際に接合部が重なっていき、接合部が「コの字」ではなく「くの字」のようになるため、折りたたんだ際の厚さが大きくなった。それに対しフジイ折りは、折りたたんだ際に接合部が重ならないように設計しており、厚さが最小限となる。また、すべてのパーツが平行四辺形にきれいに重なるので、フジイ折りの方がミウラ折りよりもコンパクトに収納することが可能となった。

フジイ折りは、閉じた状態（図4の①）のパネルの面積は  $8.4\text{cm}^2$ 、展開した状態（図4の⑥）の面積は  $302.4\text{cm}^2$  となり、面積比は36倍である。一方、ミウラ折りは、閉じた状態の面積は  $14.5\text{cm}^2$ 、展開した状態の面積は  $435.6\text{cm}^2$  となり、面積比は30倍である。以上により、フジイ折りの方が面積比が大きいといえる。

#### 5. 得られる成果

- ・ モーターによる駆動箇所が1か所であり、故障のリスクが低減できる。
- ・ 小型人工衛星においても、大きな太陽光パネルによる安定した大電力を利用できるようになる。
- ・ 小型人工衛星による研究の幅が拡大する。
- ・ 民間企業による宇宙進出が容易になる。

#### 6. 主張したい独創性または社会的な効果

- ・ これまでに平面展開に使用されてきた「ミウラ折り」と異なる折り方「フジイ折り」を考案した。
- ・ 「フジイ折り」も「ミウラ折り」と同様に、対角線上に力を加えることでパネルを平面展開できる。
- ・ 「ミウラ折り」では折りたたんだ状態において、上下の平行四辺形の図形がぴったりとは重ならないが、今回提案する「フジイ折り」ではすべての辺がはみ出さず、面積が小さくなるように畳むことができる。

以上