

令和3年5月12日
宇宙航空研究開発機構
環境試験技術ユニット

JAXA防振特許技術を活用した 輸送時の振動・搬送物の揺れを低減させる装置が開発されました

JST（理事長 濱口 道成）は、研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）企業主導フェーズ NextTEP-Bタイプの開発課題「輸送事業向け無揺動防振装置」において、目指していた成果が得られたと評価しました。この開発課題は、宇宙航空研究開発機構（JAXA）環境試験技術ユニットの研究成果を基に、平成30年12月から令和3年3月にかけて多摩川精機株式会社（代表取締役社長 関 重夫、本社 長野県飯田市、資本金1億円）に委託して、同社スペースロニクス研究所にて実用化開発を進めていたものです。

近年、輸送分野では、振動や揺れに弱い搬送物をより安全に運ぶニーズが高まっています。これまでは、搬送物を保護するために、ばねやゴム材などの柔軟な防振材で支持した防振器具が用いられてきました。しかし、柔軟な防振材はそれ自体の共振の相互作用により大きな振動を生じさせてしまうこともあり、常に振動を抑制できるわけではありませんでした。また、車両の傾きによる影響や加減速・右左折の加速度によって生じる搬送物自体の揺れを防ぐことも、搬送物にかかる加速度の低減効果を定量的に示すこともできていませんでした。本開発では、JAXAの防振（振動絶縁）技術と多摩川精機の無揺動化技術を組み合わせることにより、振動と揺れの両方を低減し、定量的な輸送品質を確保する無揺動防振装置を製作しました。

本装置は、振動や揺れに弱い精密機器や文化財、美術品を保護するとともに、医療分野の輸送でも活用が期待されます。また、陸上輸送だけでなく、より振動や揺れの大きい航空機への搭載などにも展開できると考えられています。

研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）は大学、公的研究機関などで生まれた研究成果を実用化し社会に還元することを目指す技術移転支援プログラムです。企業主導フェーズでは、大学などの研究シーズを用いて企業などが行う、開発リスクを伴う規模の大きい開発を支援し、実用化を後押しします。A-STEP企業主導フェーズ（NextTEP-Bタイプ/NextTEP-Aタイプ）は、令和2年度より「A-STEP企業主体（マッチングファンド型/返済型）」として公募しています。

URL <https://www.jst.go.jp/a-step/>

<背景>

近年、輸送分野では、振動や揺れに弱い搬送物をより安全に運ぶニーズが高まっています。現在、搬送物を保護するために、ばねやゴム材などの柔軟な防振材で支持した防振器具や特殊な車両を用いて運搬しています。しかし、防振効果の高い柔軟な防振材はそれ自体の共振が相互に作用して大きな振動を生じることがあり、常に防振効果を発揮できるわけではありませんでした。また、その防振対策は試行錯誤の経験則に頼っており、解決には時間と労力を要することが課題でした。

さらに、防振器具によって振動を低減できたとしても、車両の傾きや加減速・右左折によって生じる加速度の影響を低減させることはできないため、搬送物自体の揺動は防止できず、荷崩れや液体搬送物のかくはんを防ぐために、通常の時速50キロメートルの走行速度を時速30キロメートルに抑えて対応していました。

<開発内容>

JAXAが開発した振動絶縁技術は、柔軟な防振材の共振周波数の相互作用が生じ難い配置場所を算出し、ばねやゴム材を簡易に選定や配置できるものであり、ロケットに搭載された衛星を打ち上げなどの振動から守るために利用されています(図1)。この技術により、最適な場所にばねやゴム材を配置し調整することで多種多様な搬送物に対応できる振動アイソレーターを実現しました。また、多摩川精機が手掛けてきた空間安定装置^{注1)}の技術を応用し、車両の傾きや加減速・右左折による搬送物の揺れを低減させるジンバル^{注2)}型無揺動装置を開発しました(図2、図3)。

これら振動アイソレーターとジンバル型無揺動装置を組み合わせ、振動のみならず揺れも低減させることができる無揺動防振装置を開発しました(図4)。本装置により、鉛直方向の加速度(振動)を15ヘルツ以上の実効値で-10デシベル以上減衰させ、水平方向の加速度(揺動)を0.1G(ジー)^{注3)}以下に抑えることに成功しました(図5)。これは大型トラックで第3種第1級道路^{注4)}を時速50キロメートルで走行した時に搬送物へかかる振動や揺動を、時速30キロメートル程度の低速でゆっくり輸送した時と同じレベルまで低減させることに相当します。

<期待される効果>

本開発の無揺動防振装置は、振動や揺動に弱い精密機器や文化財、美術品をはじめ、振動によるたんぱく質凝集体の生成などの難点を持つバイオ医薬品など、医療分野の輸送においても活用が期待されます。また、陸上輸送だけでなく、より振動や揺れの大きい航空機への搭載などにも展開できると考えられています。

<参考図>

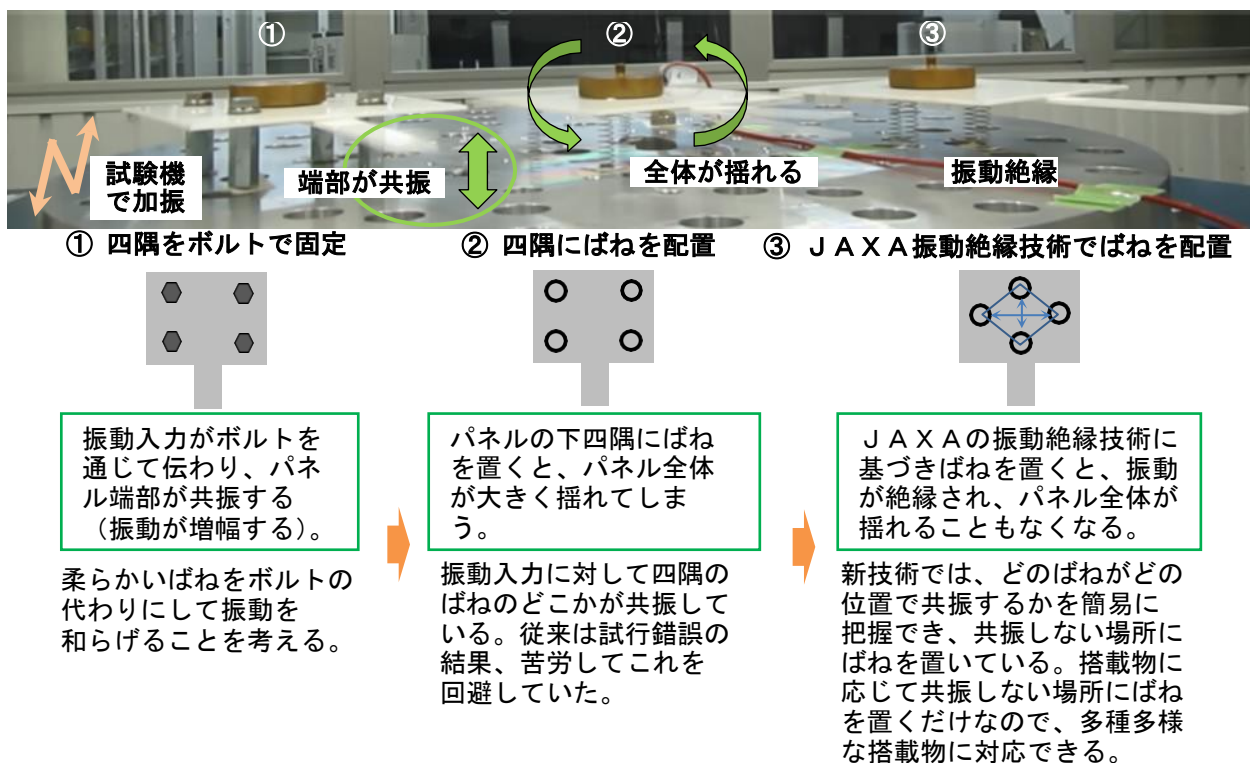


図1 JAXA 振動絶縁技術（新技術）の特徴

【参考】JST主催「JAXA新技術説明会」（2016年11月15日）
共振応答を回避する振動絶縁装置およびばね・ゴム材の配置方法
https://shingi.jst.go.jp/var/rev0/0000/6599/2016_jaxa_3.pdf
<https://www.youtube.com/watch?v=kQeIm0c7B08&feature=youtu.be>

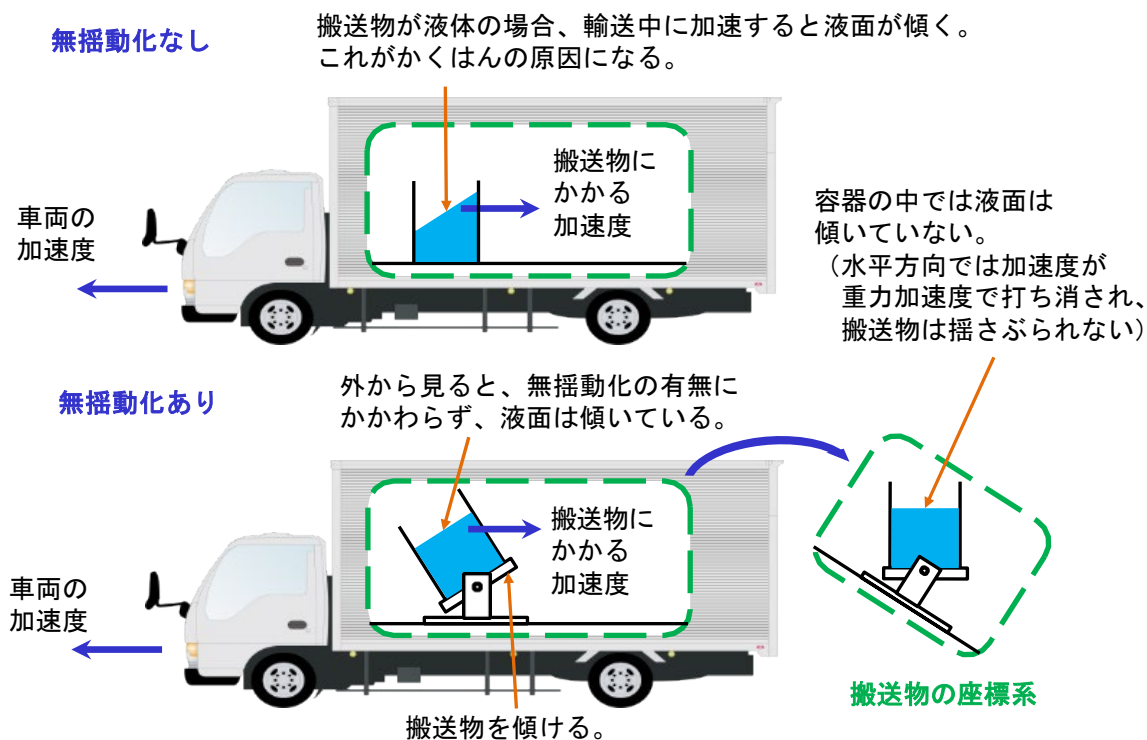


図2 無揺動化のイメージ



図3 無揺動化の動作検証の様子

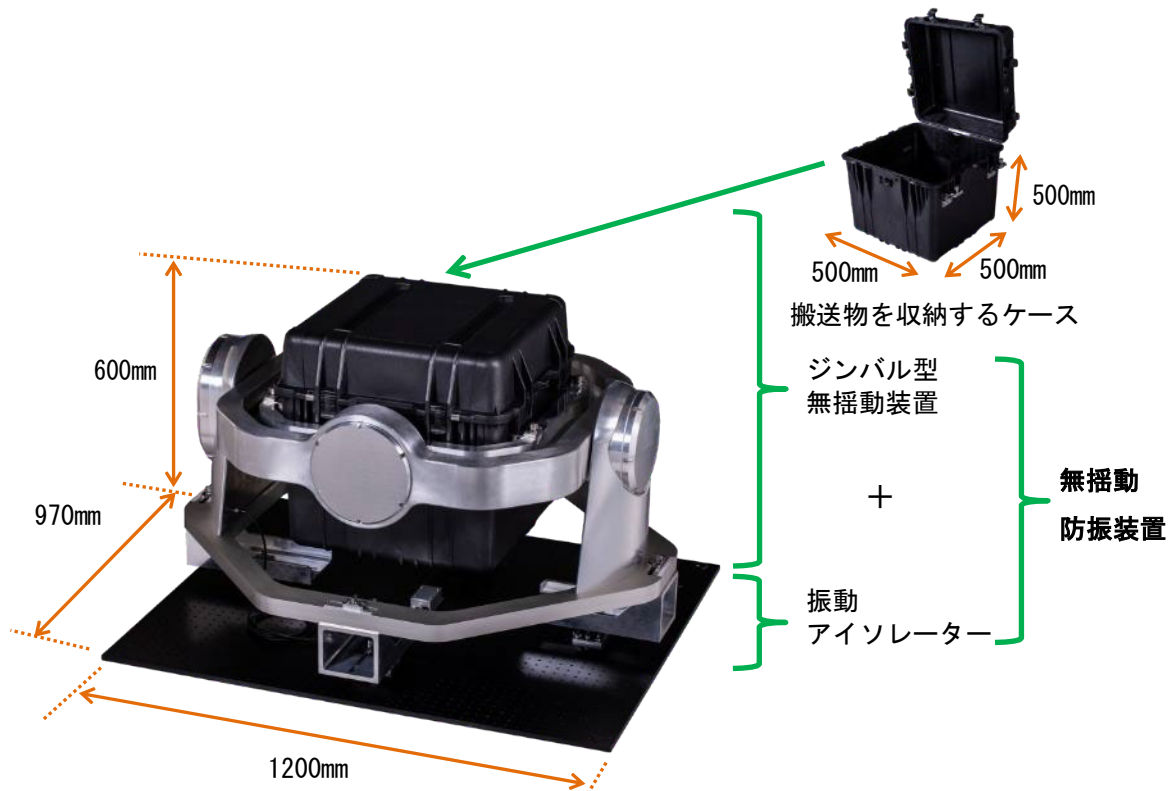
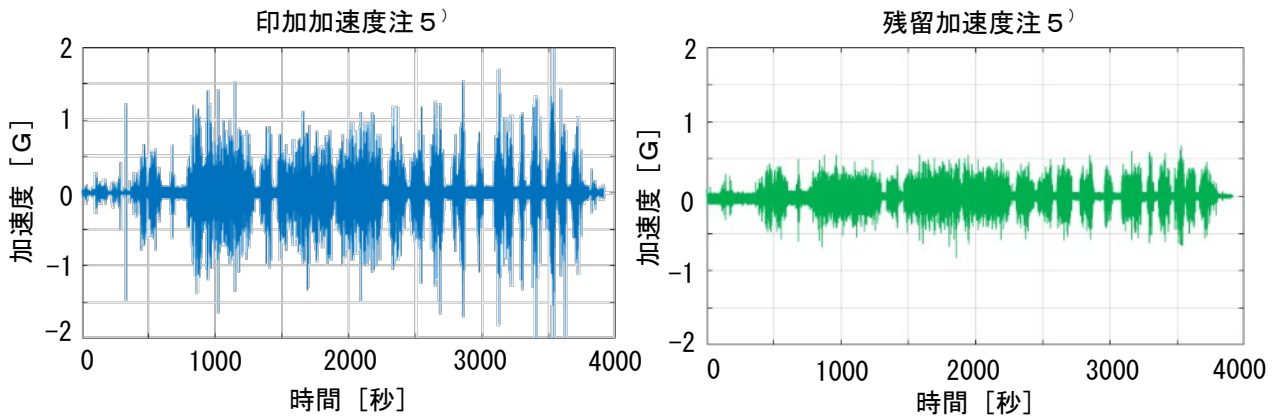
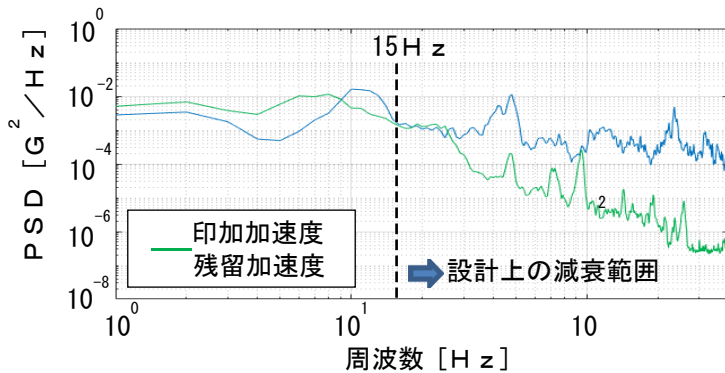


図4 無揺動防振装置の外観



(a-1) 鉛直方向の加速度(振動)の性能評価: 時系列データ



15ヘルツ以上の実効値が
-16.5デシベル減衰
(目標: -10デシベル以上)

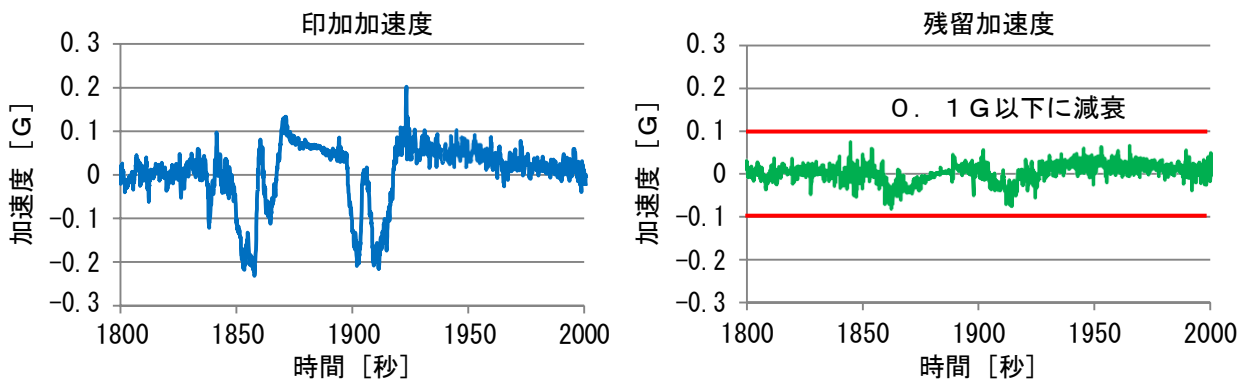
※振動の周波数範囲が広い
ため、選定した振動アイソレータ
ーが防振効果を発揮する15
ヘルツ以上の振動の実効値を
対象としている。

(a-2) 鉛直方向の加速度(振動)の性能評価: PSD注6)



大型トラックの走行軌跡

(b-1) 水平方向加速度(揺動)の性能評価: 最大加速度が発生した状況



(b-2) 水平方向加速度(揺動)の性能評価: 最大加速度発生時点の時系列データ

図5 大型トラック走行時性能評価結果

<用語解説>

注1) 空間安定装置

揺れがあっても搭載物（カメラなど）が一定の姿勢を保つようにするための装置。揺れを検知するセンサーとそれを打ち消すように搭載物を動かす機構（ジンバルなど）から構成される。

注2) ジンバル

1つの軸を中心として物体を回転させる回転台の一種。

注3) G（ジー）

正式な加速度の単位ではなく、標準重力加速度を加速度の単位として転用したもの。

SI単位系への換算 : $1.0G = 9.80665\text{ m/s}^2$

注4) 第3種第1級道路

道路構造令で規定された道路区分の1つで、平野部にある一般国道で計画交通量が2万台/日以上以上の道路のこと。主に、複数の車線がある大型一般国道が該当する。

注5) 印加加速度、残留加速度

印加加速度は、搬送物を保持した無揺動防振装置全体に外部から加わる振動や揺動による加速度のことで、残留加速度は、印加加速度を受けた際に搬送物が受ける加速度。

注6) PSD (Power Spectral Density、パワースペクトル密度)

非周期的（ランダム）な振動における周波数ごとの加速度の強さを表す数値。