

ネズ爺 & ハテナンの

特許 探偵団

DETECTIVE TEAM OF PATENT



うへ〜、ボク、船には
弱いんです。



ハテナン

Vol.46 ジャイロスタビライザー

ハ：ん〜、なんですかこれ？ 機械式時計の内部構造かニヤ？

爺：これは、ジャイロスタビライザーじゃ。

ハ：ジャイロとは回転するコマ。そして、スタビライザーってことは、安定機ですね。中心にあるのがコマのようですが、一体何を安定化させるものなんですか。

爺：おいおい説明しよう。今回は船舶に関する特許技術じゃ。

ハ：船舶関係発明はVol.29「外輪船」以来です。久しぶりですニヤ。

いわば地球ゴマの原理じゃな。



ネズ爺

UNITED STATES PATENT OFFICE.

ELMER AMBROSE SPERRY AND HARRY LAURENCE TANNER, OF BROOKLYN, NEW YORK
ASSIGNORS TO THE SPERRY GYROSCOPE COMPANY, OF BROOKLYN, NEW YORK, A
CORPORATION OF NEW YORK.

GYROSCOPIC STABILIZER.

1,236,993.

Specification of Letters Patent. Patented Aug. 14, 1917.

Application filed July 14, 1914. Serial No. 850,874.

To all whom it may concern:
Be it known that we, ELMER AMBROSE SPERRY and HARRY LAURENCE TANNER, of Brooklyn, New York, have invented certain new and useful improvements in gyroscopes, of which the following is a specification.

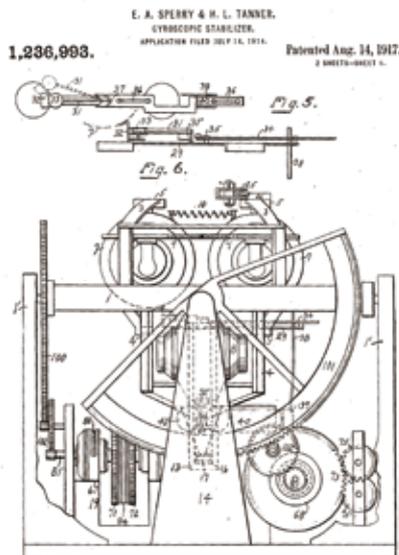
This invention has for its object to provide a means whereby a reference line or plane on a vehicle may be held at a fixed position with respect to the surface of the earth, or to any other fixed reference line or plane on a body, whereby the vehicle may be stabilized in its position. Our invention is independent of the means used to control the stability of the vehicle from the stabilized position, and is not limited to any particular means for accomplishing the same, and is equally well adapted for use as a stabilizer and for many other purposes.

The basis of our system is a gyroscope, the stability of which is increased by the use of pendulums of all types, which are stabilized by gyroscopes. While pendulums of all types may be used, we prefer to use a fixed reference plane on a merely tilted or which moves in a uniform velocity, the stability of which is increased by the use of pendulums of all types, which are stabilized by gyroscopes. Figure 1 is a side elevation of a gyroscope. Figure 2 is a plan view of the gyroscope. Figure 3 is a diagrammatic view of an impressed system. Figure 4 is a section of one of the gyroscope wheels. Figures 5 and 6 are a plan view of what we term a "differential" system. Figure 7 is a detail of the differential system. It is to be understood that the invention is not limited to the particular construction and arrangement of parts herein shown, but is intended to cover all modifications and variations which may be made within the scope of the following claims.

Figure 1 is a side elevation of a gyroscope. Figure 2 is a plan view of the gyroscope. Figure 3 is a diagrammatic view of an impressed system. Figure 4 is a section of one of the gyroscope wheels. Figures 5 and 6 are a plan view of what we term a "differential" system. Figure 7 is a detail of the differential system. It is to be understood that the invention is not limited to the particular construction and arrangement of parts herein shown, but is intended to cover all modifications and variations which may be made within the scope of the following claims.

Figure 1 is a side elevation of a gyroscope. Figure 2 is a plan view of the gyroscope. Figure 3 is a diagrammatic view of an impressed system. Figure 4 is a section of one of the gyroscope wheels. Figures 5 and 6 are a plan view of what we term a "differential" system. Figure 7 is a detail of the differential system. It is to be understood that the invention is not limited to the particular construction and arrangement of parts herein shown, but is intended to cover all modifications and variations which may be made within the scope of the following claims.

Figure 1 is a side elevation of a gyroscope. Figure 2 is a plan view of the gyroscope. Figure 3 is a diagrammatic view of an impressed system. Figure 4 is a section of one of the gyroscope wheels. Figures 5 and 6 are a plan view of what we term a "differential" system. Figure 7 is a detail of the differential system. It is to be understood that the invention is not limited to the particular construction and arrangement of parts herein shown, but is intended to cover all modifications and variations which may be made within the scope of the following claims.



WITNESSES:
L. G. Miller
A. B. Thompson

INVENTORS:
Elmer A. Sperry
Harry L. Tanner

ATTORNEYS:
Julius C. Ferguson
John H. Thompson

今回の特許公報： ジャイロの安定装置

米国特許第 1,236,993 号

発明の名称：Gyroscopic Stabilizer

発明者：E. A. Sperry, H. L. Tanner

権利者：Sperry Gyroscope Company

出願日：1914年07月14日

登録日：1917年08月14日

1. 日本海軍の空母「鳳翔」

爺：まず、日本海軍の空母「鳳翔」の話からしようかのう。日本海軍が最初に建造した空母じゃ。この空母には、今回取り上げる船舶の揺れを抑える特許発明、ジャイロスタビライザーを搭載したんじゃ。

ハ：日本初の空母ですか。

爺：映画『風立ちぬ』*1にも登場しておるぞ。

ハ：ああ、堀越二郎が中央座席に乗って、着艦を経験するシーンの空母でしたか。ちょっと親しみが湧きます。

爺：下が鳳翔の写真じゃよ。



出典：『丸スペシャルNo.13 空母龍驤・鳳翔』潮書房

ハ：シンプルな外観ですね。戦艦「大和」の有名な写真に書き込んでた空母が鳳翔とは知りませんでした。この写真を見て大和デカッと思ってましたが、隣の空母が小型だったんですね。

爺：「大和」の6万4000tに対して、「鳳翔」は7400tじゃ。軽巡洋艦クラスの大きさじゃよ。

ハ：とりあえず造ってみた実験艦ということですね。

爺：そうじゃ。鳳翔が建造された当時、英国海軍が巡洋戦艦を改造したフューリアス*2という世界初の空母を運営していたが、まだ試行錯誤だったんじゃよ。鳳翔と当時の時代背景を年表にまとめてみるぞ。

年月	鳳翔	備考
1917.6		英国空母「フューリアス」竣工。
1919.11	横浜で進水。	
1920.11 ~	横須賀で機装。 ジャイロスタビライザー据え付け（推測）。	
1922.12	竣工。	
1923.2	艦載機、初着艦試験。	9月関東大震災。
1933.4		空母「龍驤」竣工。
1941.12 ~ 1945.8 太平洋戦争		
1945.10	復員輸送船となり、その後解体。	

ハ：日本海軍としては、航空機の運用に最低限の大きさの飛行甲板を持つ空母を造って、経験を積んでみよう、ということだったわけですね。

爺：そんなところじゃ。しかし、小型であろうと洋上航海中に飛行機を着艦させなければならん。

ハ：波で揺れる船を安定させないと飛行機の着艦は難しいですね。ああ、ジャイロスタビライザーは船の姿勢を安定させる装置ですか。

爺：そうじゃ。次の写真が、鳳翔に搭載されたジャイロスタビライザーじゃよ*3。



出典：「J-Ships」2006年11月号↑
「世界の艦船」2011年7月号→



ハ：わあ、人間との比較で、かなり巨大な装置だということがわかりますね。

爺：170t近くあったようじゃ。ジャイロスタビライザーは、その慣性力で艦船の揺動を抑えるという原理故に、装置自体を重くしないと機能しないからのう。

ハ：ニやるほど。それに大型の装置ですから艦内スペースも犠牲になりますよね。これを搭載するには、他の性能低下を覚悟しなければならないワケですニヤ。

爺：うむ。そこがこの装置の欠点の一つじゃな。

ハ：写真に外国人の姿もチラホラ写ってるようですが、この装置は米国から輸入したんですか？

爺：本件特許発明の権利者であるスペリー社（Sperry Gyroscope Company）*4のライセンスを受け、長崎造船所が製作したようじゃ。後で述べるように、結構複雑な装置じゃ。スペリー社の技術者が来日しているということはノックダウンのようなもので、さらに調整のために技術者が残ったのではないかと思うぞ。

ハ：そうですか。でも、この米国特許は1917年のものです。鳳翔の建造が1919年ですから、最新技術ですよ。漫然と建造するというわけではなく、新しい技術を取り入れようとする姿勢はすごいですね。

爺：当時の日本海軍は進取の精神があったのじゃろう。



COMMENTS

※1) 2013年、スタジオジブリ。鳳翔が登場するのは、主人公が初めて設計主任となり7試単座戦闘機を開発しているシーンである。同試作戦闘機は1933年に完成するので、1932年、鳳翔が竣工して10年目あたりであろう。なお、主人公たちが内火艇に乗って退艦するシーンに映る、湾曲煙突を有する戦艦「長門」は1924～1934年の姿で、ちょうどこの時期に重なる。

※2) 世界最初の空母。詳しくは最終ページのコラムを参照のこと。

※3) 今回の執筆にあたり、本誌連載「特許よもやま話」などでおなじみの櫻井孝氏に多くの参考資料をご提供いただきました。感謝申し上げます。

※4) エルマー・A・スペリーによって1910年ニューヨークに設立された会社。当初船舶用のジャイロスタビライザーを開発・製造していたが、後に航空機の姿勢制御装置や誘導兵器の航法システムなどを開発し、世界的な企業となった。

2. 本件特許発明のクレーム

爺：それでは、本件特許発明のクレームを考えてみるぞ。

1. The combination with a gyroscope, of external means brought into action by the precession of the gyroscope for causing a torque to be applied on said gyroscope.
2. The combination with a gyroscope, of external means brought into action by movement of the gyroscope about one axis for causing a torque to be applied about a second axis of the gyroscope.
3. Means for stabilizing a plane on a freely movable body, comprising a support fixed on said body, a plurality of gyroscopes mounted on said support for concerted oscillation about one or more axes, and precessional movements about other axes, means to limit said precessional movement, comprising means adapted to exert a torque about one of said first mentioned axes, and controlling means for said torque applying means adapted to be actuated by a predetermined precessional movement of a gyroscope.

1. ジャイロ스코ープにトルクを加えるための、ジャイロ스코ープに先行して作動する外部手段の、ジャイロ스코ープとの組み合わせ構造。
2. ジャイロ스코ープにトルクを加えるための、一の軸回りにジャイロ스코ープに作動し、他の軸回りに作動する外部手段の、ジャイロ스코ープとの組み合わせ構造。
3. 自由に動く物体上で平面を安定させるための手段であり、前記物体に固定された支持体、1つまたは複数の軸の周りの協調振動のための前記支持体に取り付けられた複数のジャイロ스코ープと、他の軸の周りの歳差運動を含む、前記最初に述べた1軸の1つの周りにトルクを加えるように適合された手段と、ジャイロ스코ープの所定の歳差運動によって作動するように調整された前記トルク適用手段のための制御手段とを有する。

ハ：意外とシンプル。あれ、「組み合わせ構造」ですか？ ジャイロスタビライザーそのものじゃないのですね。

爺：うむ。ジャイロスタビライザー自体は、英国で1894年に発明されていたんじゃ^{※5}。

ハ：へー、そうなんですか。

爺：スペリー社はこの技術を実用的な構造まで高めた会社なんじゃよ。同社の、より古い米国特許もある^{※6}。

COMMENTS

※5) 調査したが、特許番号不明。

※6) 例えば、US1150311「Ship's Gyroscope」など。

※7) グランプリ出版の「軍艦メカニズム図鑑」シリーズは、森恒英氏（日本の戦艦、日本の巡洋艦）、長谷川藤一氏（日本の航空母艦）が、たくさんのイラストを使って艦艇の構造を解説した良書である。現在、絶版のようであるが、再版が待たれる。

※8) 回転座標系上で移動した際に移動方向と垂直な方向に移動速度に比例した大きさで受ける慣性力をいう。

※9) ジャイロを2つの円環で回転自在に固定し、ジャイロの姿勢に基台の姿勢の影響を与えないようにするための回転台。

ハ：この「外部手段」ってなんですか？

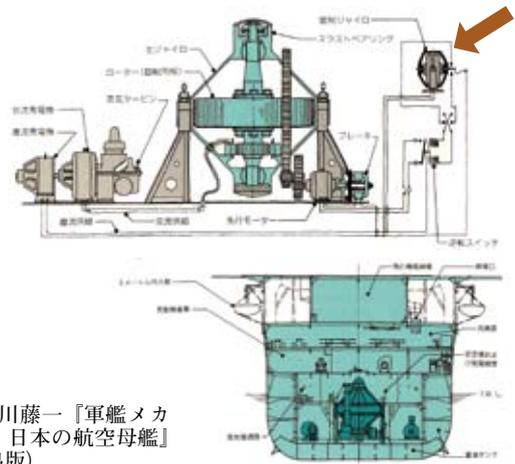
爺：ジャイロの支持構造を適切に動かして、姿勢制御の基準となるジャイロの姿勢を常に一定にするものじゃ。

ハ：ありや、ジャイロの回転力で艦船の「安定」を保つ装置ではなくて、ジャイロの回転の「安定」を保つ装置なんですか。それじゃ、鳳翔のジャイロスタビライザーと関係ないじゃないですか？

爺：そうでもないんじゃ。鳳翔のジャイロスタビライザーは、管制ジャイロを持っていたんじゃよ。

ハ：うーん、よくわかりません！

爺：しょうがないのう。鳳翔の搭載状況を示すわかりやすい資料がある。これを引用させてもらおう^{※7}。



(出典：長谷川藤一「軍艦メカニズム図鑑・日本の航空母艦」グランプリ出版)

ハ：ああ、小型の管制ジャイロを使って艦船の揺動を検知し、この揺動を打ち消すように、主機の巨大ジャイロを動かしたというわけですか。

爺：回転している主機のジャイロにはコリオリの力^{※8}が働き、ジンバル (Gimbal)^{※9}により姿勢維持されているものの、どうしても艦船の揺動によって回転軸に影響を受けてしまう。そのため、カウンターをあてるようにジンバルを傾けたんじゃ。この傾き制御のための基準となる「外部手段」が管制ジャイロなんじゃよ。

ハ：回転軸が垂直でないとも効果が出ないですからね。

爺：本件特許発明はジャイロの汎用技術じゃが、この原理が鳳翔の装置にも用いられたのじゃろう。

3. 2隻で終わった本装置の搭載空母

爺：この装置は約10年後に竣工した小型空母「龍驤」^{*10}にも搭載されておる。

ハ：それは、日本海軍が鳳翔で実際に運用してみて、この装置が有効だと判断した証拠ですね。

爺：そのように感じるのう。装置は高額だったはずじゃ。効果がなければ、2隻目はなかったじゃろう。実際、ピッチング（艦の縦揺れ）には効果が薄かったが、ローリング（艦の横揺れ）には効果があったのじゃ^{*11}。

ハ：をを、それは凄いです。ボク、船に弱いんですが、この装置があれば安心ですね。

爺：いや、それはどうかのう。ハテナン、お主「振り子電車」^{*12}を知っておるか？

ハ：え？ 知りません。それは、どんな電車ですか。

爺：カーブを曲がる際に、ボギー（台車）上の車体を傾けて、速度を落とさず走行することを可能にした車両じゃ。当時の国鉄はカーブの多い山間区間や海岸線区間にこの車両を採用し、時間短縮を行ったんじゃ。

ハ：それが、この装置と関係するのですか？

爺：コレ、話を最後まで聞きなさい。この車両の乗客は乗り物酔いに苦しめられることが多かったんじゃよ。

ハ：わわ、すみません。でも、なぜですか。

爺：乗り物酔いは、自分で感じる傾きと車両の傾きの時間差が影響するようじゃ。管制ジャイロを用いれば揺動

を抑えるが、後追い制御なのでずれが生じることは必ずじゃ。船酔い解消については保証ナシじゃよ。

ハ：うへ〜、ボクは乗艦できなかったカモ（苦笑）。

爺：そしてジャイロスタビライザーの搭載は、この鳳翔、龍驤2隻の空母で終わってしまったんじゃよ。

ハ：そっ、それは、船酔いしやすい船になったからですか？

爺：何を言うとする（苦笑）。まず第一の理由は、大型空母は揺れにくいので不要だったということじゃ。その後、新造された小型空母は少なかったんじゃよ^{*13}。赤城^{*14}と鳳翔の同一縮尺模型を並べてみるぞ。



ハ：わわ、船の容積がぜんぜん違いますね。

爺：第二の理由は、その調整の煩雑さだったと思われる。

ハ：チューニングが必要だったということですか。

爺：そうじゃ。クレームにも「所定の歳差運動によって作動するように調整された」と書いてある。揺動周期は個々の艦艇で違うから管制ジャイロと主機との間のシステム成熟に時間がかかったんじゃろう。効果はあったが「手間のかかるメカ」だったということじゃ。

ハ：現場合わせの機械だったのですね。

HMS フューリアス (Furious)

本文で取り上げたように、英国空母「フューリアス」は世界初の本格的な空母であった。本艦が空母として竣工した1917年は航空機が活躍し始めた第一次世界大戦がまだ終わっていないから、英国海軍はまさに先見の明があったわけである。本艦は、建造途中の巡洋戦艦を改造した、1万9000tの大型艦船であったが、英国海軍は他に参考にするものが全くなかったため、その形状をいかにしたらよいかは試行錯誤するしかなかった。竣工時、飛行甲板を艦橋前方のみに設け、後に、艦橋後方にも追加して、両飛行甲板を艦橋両側の細い通路でつないだ独特な形状をしていた。

その後、さらに改装され、最終的には全通式平型の飛行甲板を有する一般的な空母形状になるが、その形状の変遷を追うと、英国海軍の悪戦苦闘ぶりがしのばれて興味深い。なお、先に巡洋戦艦として竣工していた同型艦「カレイジャス」「グローリアス」も、同様に空母に改造された。

フューリアス（出典：『世界の艦船』増刊14号）



中川 裕幸

中川国際特許事務所
所長・弁理士

Hiroyuki Nakagawa : Head
Patent Attorney at
Nakagawa International
Patent Office

〒110-0014

東京都中央区日本橋蛸殻町
1-36-7 蛸殻町千葉ビル6F

COMMENTS

- *10) 1922年に成立したワシントン海軍軍縮条約において、1万t以下の空母が保有制限されなかったために計画・建造された小型空母。
- *11) 大内健二『幻の航空母艦』（光人社NF文庫）p.313。
- *12) 車体傾斜式車両。国鉄は1973年に、自重で車両を傾ける自然振り子式の381系電車を導入した。昔、伯備線でこの車両を使用した特急「やくも」に乗った経験があるが、乗り物酔いやすい筆者には辛かった記憶がある。
- *13) 1万1000t級の小型空母「瑞鳳」（1940年竣工）、「祥鳳」（同1941年）があり、ジャイロスタビライザーを搭載予定だったといわれる。
- *14) 1927年に竣工した排水量3万6500tの大型空母。最初から空母として建造されたわけではなく、英国空母「フューリアス」などと同じように、建造途中の巡洋戦艦を艦種変更して建造された。