

「闇の世界の手先は、我々に真実をささやく。
ひとかけらの真実で我々を信頼させるが、
最後には、我々を裏切って悲惨な結果をもたらす」

シェイクスピア作戯曲『マクベス』第三幕第一場より

（訳注：「闇の世界の手先」は、シェイクスピアの原文では、「Instruments of Darkness」
となっており、この本の原書の題名になっています）

プロローグ

第二次大戦が始まる一か月前の一九三九年八月二日の夜、巨大な飛行船、LZ一三〇「グラーフ・ツェッペリン」号は、フランクフルト・アム・マイン市の基地を離陸し、夜空をゆつくりと高度を上げて行つた。クックスハーフェン港付近でドイツの海岸線を離れ、飛行計画に従って北海の上空を、グレートブリテン島の沖合の電波偵察実施空域へ向かって進んで行つた。

LZ一三〇号は、ドイツで一九〇〇年から作られて来たツェッペリン硬式飛行船の最後の機体で、姉妹船のLZ一二九「ヒンデンブルク」号と同じく、大西洋横断路線での旅客輸送用に設計された飛行船である。しかし、グラーフ・ツェッペリン号が完成する前に、ヒンデンブルク号は着陸の際の火災事故で失われてしまった。その事故で、飛行船による旅客輸送の計画は中止になり、グラーフ・ツェッペリン号の用途は無くなってしまった。その後、一九三九年春に、グラーフ・ツェッペリン号は全く別の用途に使用するために、ドイツ空軍により改造された。

ドイツが他国と戦争を始める場合、ドイツ空軍は敵国の通信、航法、そして保有している場合にはレーダーについても、その電波の情報が必要になると考えていた。敵が使用する電波の諸元、使用状況、関連施設の位置などが不明なら、敵が使用する電波システムに対して、適切な対抗手段を講じる事が出来ない。グラーフ・ツェッペリン号の豪



LZ-130「グラーフ・ツェッペリン」硬式飛行船 旅客輸送用の硬式飛行船の最後の機体。電子偵察用に改造されて、1939年8月にイングランドとスコットランドの沖合を電子情報収集のために飛行した。(LZ-127も名称が「グラーフ・ツェッペリン」なので、区別するためにLZ-130は「グラーフ・ツェッペリンⅡ」と呼ばれる事もある)



エルンスト・プロイニング博士(写真右)は飛行船「グラーフ・ツェッペリン」号の電波情報収集チームを指揮した。戦後、博士は著者に、博士のチームは英国が新しく建設した対空警戒用レーダー網の信号を受信したが、それを、地球を取り巻く電離層の高度を測定するために、ドイツの研究所が出した実験用の電波と間違えた、と語った。

華な客室は、多数の無線受信機と、その操作員が乗り込めるように改造された。この飛行船は、世界初の空飛ぶ電子戦情報収集機、つまりエリント機になったのだ。^{訳注}

改造が完了した一九三九年四月以降、グラーフ・ツェッペリン号は、ドイツの東部や西部の国境に沿って何度も飛行を行い、近隣の国の無線通信などに使用されている電波の調査を行なった。七月一二日には、北海上空に進出し、イングランド北部の町、ミドルズブラから約一六〇kmの位置まで近付いて調査を行なった。

八月二日の飛行では、グレートブリテン島で使用されている電波を調査するため、より近い距離から調査を行う計画だった。その飛行では、グラーフ・ツェッペリン号には四八人が搭乗し、その内の二五名はエルンスト・プロイニング博士が率いる無線通信の専門家だった。飛行船は北海を横切り、英国の領海内には入らないように注意しながら、スコットランド東岸に接近した。飛行船はその後、南に進行方向を変え、イングランド東部のローストフトの沖合まで飛行してから、ドイツへ帰投した。

英国はすでに対空警戒レーダー^{訳注}の開発に成功していて、そのレーダーを海岸線に沿って配置した「チェイン・ホーム」^{訳注}対空警戒レーダー網は、グラーフ・ツェッペリン号が探知可能範囲内に入ってくると、その動きを監視していた。飛行船がアバディーンの沖合を通過した際には、英空軍のマイルズ・マジスター練習機が、飛行船を監視するために派遣され、しばらく飛行船と並んで飛行した。

英国の「チェイン・ホーム」レーダー網は飛行船を監視するために北海の方向にレーダー波を出していたので、ツェッペリン飛行船の受信チームがそのレーダー波に気付かなかったのは不思議に思える。一九六九年にインタビュした際、プロイニング博士は筆者に、彼の受信チームは100MHz以上の周波数域を集中的に搜索していたと話してくれた。その周波数域は、初期の頃のドイツのレーダーが使用していた周波数域なので、英国のレーダーも同じ周波数域を使用していると考えた事は理解できる。しかし、受信チームは、英国のレーダー波を見つける事はできなかったが、英空軍用に新しく開発されたVHF無線機からの電波を受信した(VHF帯:30~300MHz:訳者)。

興味を感じた飛行船の受信チームは、20～50 MHzの周波数域を探索してみた。その帯域こそ英国の「チェイン・ホーム」レーダーが使用している周波数帯だった。受信チームはパルス信号を受信したが、それを無視してしまった。以前の電波情報収集飛行でもパルス信号を受信していたが、地球を取り巻く電離層の高度を測定する実験のためにドイツ国内で使用されていたパルス信号によく似ていたので、それと間違えてしまったのだ。英国のレーダーの電波を見逃してしまったが、ドイツの受信チームは電波情報の収集方法を学び始めた段階で、受信機もレーダー波受信用ではなかった事を考慮すると、この見逃しはやむを得なかったかもしれない。

グラーフ・ツェッペリン号の電波偵察飛行は、四八時間に及び、その間に四五〇〇kmの距離を飛行した。グラーフ・ツェッペリン号としては、それまでで最長の飛行だった。その飛行からまもない一九三九年九月一日に、ドイツはポーランドに侵攻した。二日後、英国とフランスは同盟国のポーランドを救うために、ドイツに宣戦布告をした。大戦争が始まったので、ドイツ空軍は巨大なグラーフ・ツェッペリン号を今後は使用しない事にして廃棄処分にした。グラーフ・ツェッペリン号の行なったグレートブリテン島沖の電波情報収集飛行は、軍事的にはほとんど価値がなかったので、歴史的な事実の一つでしかない。しかし、敵国や仮想敵国の電波情報を調査する事は、対抗手段を考えるための準備作業として、その必要性が認識されるべき時期が来ていた。この飛行船の電波偵察飛行は、その重要性を連合国側も枢軸国側もすぐに認識する事になる、全く新しい形の戦いである電子戦の始まりを告げるものだった。

第1章 電波ビームの戦い

「英空軍とドイツ空軍の戦いは、パイロット対パイロット、高射砲対飛行機、爆撃対国民の忍耐力の戦いだった。しかし、別の種類の戦いが、日夜、途切れる事なく続いていた。それは目には見えない秘密の戦いで、その戦いの状況は、一般の人々には知られていなかった。今日でも、高度な科学的知識を持った少数の関係者を除けば、その戦いの実態や重要性を理解するのは難しい。」

ウィンストン・チャーチルの演説 (Their Finest Hour: 彼らの最も輝かしい時) より

軍事情報の収集・分析活動における成功は、ほとんどが幸運と忍耐により得られているのが実態だ。スパイ小説の読者が期待するような、大胆で冒険的な活動が実行される事はほとんどない。例えば、爆撃機を目標まで誘導する装置を秘密にしても、戦時にあつては、いずれはその装置を搭載した機体は撃墜され、敵地に墜落するだろう。その場合、残骸から装置が発見されるだろうし、撃墜された機体から脱出して捕虜になった搭乗員が、まだ心理的に動揺している時に尋問されれば、装置について話してしまうかもしれない。航空機の搭乗員が、その日に使用する無線通信の周波数、コールサイン、航法用の無線局の正確な位置など、全てを完全に記憶しておく事は無理である。作戦

行動に集中すべき時に、そうした情報が必要になりそうだと思う。そうした情報を紙に書いて機体を持ち込むだろう。遅かれ早かれ、撃墜された機体から、そうした情報を記入した紙が、敵に発見されて回収されるだろう。

もし調査対象である敵のシステムに、送信する電波を細く絞った電波ビームが使用されている場合、調査を行う側には有利な点がある。そうした電波ビームは敵に対して隠せないのだ。何らかの電波ビームが使用されていないか注意深く探せば、使用されている場合には電波ビームを見つける事ができる。電波ビームが発見されてしまうと、その諸元、特性を分析して、使用目的を推測する事が出来る。そのため、そうした電波情報を分析する部門は、その人数は少なくとも、戦局の進展に大きな影響を与える場合がある。

一九四〇年六月二日の夜、英空軍のハロルド・バフトン中尉がアプロ・アンソン双発機で、イースト・アングリアの夜空を飛行していたのは、ドイツ軍の電波ビームを探すためだった。後部座席では無線士のデニス・マッキー伍長が、無線機を注意深く操作しながら、電波を受信できないか試みていた。すると、突然、電波信号を受信した。彼のヘッドフォンに、一分間に六〇回の速さの、モールス信号のドット信号（「トン」音）がはつきりと聞こえた。アンソン機がそのまま直進すると、信号音は「トン」音から連続音に変化した。更に直進を続けると、連続音は一分間に六〇回の速さの、モールス信号の「ダッシュ信号」（「ツー」音）に変化した。その飛行では、その後、電波ビームをもう一本発見した。ワイトンの基地に着陸した後、バフトン中尉は次のように報告した。

- 一 スポールディングの町の一マイル（二・六km）南を通る、幅が約四〇〇～五〇〇ヤード（三六〇m～四五〇m）の、幅の狭い電波ビームを検出した。ビームの方向は真方位で一〇四度の方向から二八四度への方向で、ビームの南側ではドット信号を、北側ではダッシュ信号を受信した。
- 二 六月二日から二日にかけての夜間に受信した電波ビームは、搬送波の周波数は三一・五MHzで、信号は一一五〇Hzで変調されており、ローレンツ装置用の電波ビームに似ている。
- 三 同じような諸元の電波ビームをもう一本検出した。このビームの北側ではドット信号を、南側ではダッシュ

信号を受信した。これらの信号は最初に検出したビームの信号と同期していた。この電波ビームは、ビーストンの町の近くを、六〇度から一〇四度の間の方向で通過していた。

電波情報の収集に掛けた労力で比較すれば、二人の搭乗員によるアンソン機の電波情報収集飛行に要した労力は、ほぼ一年前のグラフ・ツェッペリン号の、あまり収穫が多くなかったグレートブリテン島沖合の電波情報収集飛行に比べると、ずっと小さかった。しかし、得られた成果ははるかに大きかった。

この飛行で、アンソン機はドイツ本土から発信されている二本の電波ビームの捕捉に成功した。この二本の電波ビームは、ダービーにあるロールスロイス社の航空機用エンジン工場の位置で交差していた。これは非常に重要な発見だった。

* * *

この電波ビームを発見した事の重要性を理解するために、ドイツにおける一九三〇年代前半の電波技術の進歩の状況を簡単に振り返ってみよう。その頃、ドイツのローレンツ社は、飛行機が悪天候下で飛行場を見つけて着陸するために、計器進入用の装置を開発した。この「ローレンツ・システム」と呼ばれる装置は、飛行場から五〇km離れた位置から使用でき、部分的に重なり合う二本の電波ビームを使用して、着陸進入コースを操縦者に示す事ができる装置だった。左側のビームではモールス信号のドット信号（「トン」信号）が、右側のビームではダッシュ信号（「ツー」音）が送信される。この二本のビームの信号は、二本のビームが重なる中央の部分では、ドット信号とダッシュ信号が合わさって、連続音が聞こえるように二つの信号のタイミングが設定されている。^{訳注}連続信号を受信し続けるように飛行すれば、飛行場内に設置された電波ビームの送信機の位置に向かって飛ぶ事になるので、視程が悪い時でも滑走路を視認して着陸できる可能性が高い。

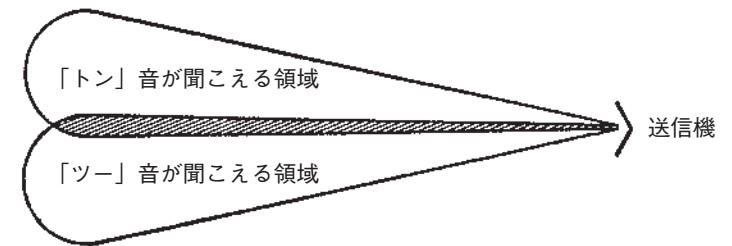
一九三〇年代中期には、ローレンツ・システムは民間航空会社では広く使用されるようになり、幾つかの国の空軍

第二次大戦前に製作された事を考えると、これはかなり複雑なシステムである。自動爆撃時計で測った二本目の電波ビームから三本目の電波ビームを横切るまでの時間で、爆撃機の正確な対地速度^{訳注2}が分かる。対地速度は、目標への正確なコースに乗って投弾位置へ向かう場合、正確な位置で投弾を行うために必要不可欠な情報の一つである。ドイツ空軍はX装置の地上局を運用する専門の部隊、第一〇〇航空通信大隊を新たに編成した。大隊はデッサウ近郊のケーテンを基地にして、ユンカースJu 52輸送機とハインケルHe 111爆撃機を装備していた。

同じ頃に、ローレンツ社の競争相手であるテレフンケン社は、ドイツ空軍用に別の爆撃用誘導システムを開発した。「クニツケバイン（曲がった足）」と呼ばれるこのシステムはX装置よりずっと簡単で、ローレンツ・システムと同様の電波ビームを二本使用する。一本目のビームは爆弾投下位置へのコースを示すのに用いられ、もう一本の電波ビームは、投弾位置でコース誘導用の一本目のビームと交差して、爆撃機が投弾位置に到達した事を示す。このシステムの精度はX装置より劣るが、大きな利点が二つある。まずこの装置は、計器着陸進入用のローレンツ・システムと同じ周波数（三〇、三一・五、三三・三MHz）の電波を使用するが、ローレンツ・システムは、ドイツ空軍の全ての双

撃機は二本目の交差ビームを横切る。交差した時に、航法士がX装置用の特別な自動爆撃時計の始動ボタンを押すと、一本目の指針が動き始める。この時計はストップウォッチに似ているが、独立して動く二本の指針が付いている。爆撃機が爆弾投下位置から五km手前に来たとき、三本目のビームと交差する。三本目のビームの中心線と交差して連続信号が聞こえると、航法士は自動爆撃時計の始動ボタンをもう一度押す。押した瞬間に、動いていた一本目の指針は停止し、二本目の指針は一本目の指針を追いかけて動き始める。二本目の交差ビームを横切った位置から三本目の交差ビームを横切った位置までの距離は一五kmで、三本目の交差ビームを横切った位置から爆弾投下地点までの距離（五km）の三倍である。そのため、自動爆撃時計の二本目の指針は一本目の指針の三倍の速さで動くようになっていて、二本目の指針が停止している一本目の指針の位置に到達すると、電気回路の接点がつながり、自動的に爆弾が投下される。

記号の意味：  連続音が聞こえる領域

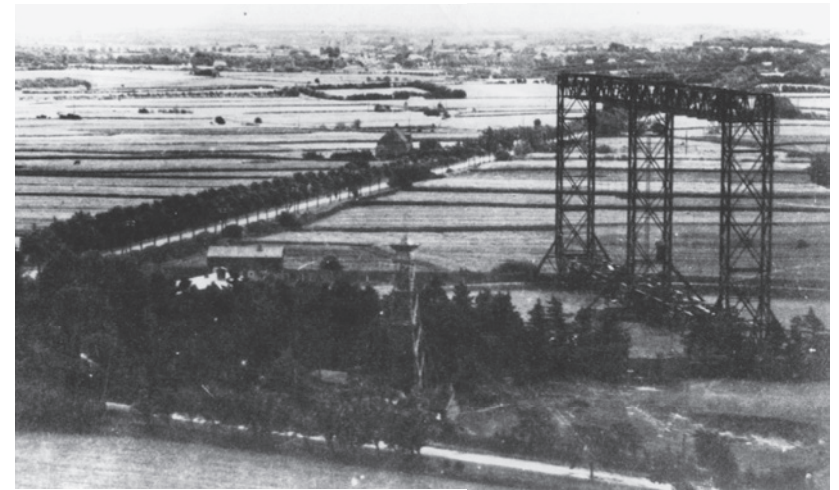


「トン」音と「ツー」音の送信のタイミングは、
二つのビームが重なる中央部の領域では、
連続音が聞こえる様に設定されている。

ローレンツ・システムの電波ビーム

にも採用された。英空軍もドイツ空軍も採用した。ドイツでは、電波の伝播を研究しているハンス・プレンドル博士が、夜間や悪天候の場合でも正確な爆撃が出来る様に、ローレンツ・システムを応用する事を考え付いた。彼の考案したシステムはX装置と呼ばれ、ローレンツ・システムで使用するのと同じ様な電波ビームを六本使用する。爆撃目標地点へ向かうコースの誘導には、六本のビームの内三本の電波ビームを使用する。一本はたまかなコースの誘導用で、二本をローレンツ・システムに類似した精密誘導用を使用する。それぞれの電波ビームの使用する周波数は異なるが、三本とも目標地点の方向へ送信される。残りの三本のビームは交差ビームとして使用され、爆弾投下位置までのコース上の三カ所で、コース誘導用のビームと交差する。X装置の電波ビームに使用される電波の周波数は、六六・七五MHzの範囲である（三六ページの図を参照）。

X装置を搭載した爆撃機は、コース誘導用ビームに従い飛行する。爆弾投下位置から五〇km手前で、爆撃機は一本目の交差ビームを横切る。それにより、投弾地点が近いので、以後はコース誘導ビーム上を正確に飛行しなければならぬ事が分かる。投弾位置から二〇km手前に来ると、爆



ドイツのシュレースヴィヒ・ホルシュタイン州シュトルベルクに設置された、巨大な「クニッケバイン」用の電波ビーム送信アンテナ。アンテナの高さは約30mで、送信する電波のビームを指定された方向に向けるため台車に乗せてあり、直径95mの円形のレール軌道の上を移動する。

発爆撃機の標準装備になっているので、爆撃機はそのままの状態で「クニッケバイン」の電波を受信でき、専用の特別な受信機を搭載する必要がない。二番目の利点としては、ローレンツ・システムを使用する計器着陸進入の訓練を受けた爆撃機の搭乗員は、追加の訓練を行わなくても「クニッケバイン」を利用して正確に飛行する事ができる。そのため、ドイツ空軍では「クニッケバイン」を、双発機以上の大きさの全ての爆撃機で使用する事が可能だった。

「クニッケバイン」の地上局の送信アンテナは巨大で、高さは三〇m以上、幅は九五mもある。送信アンテナは円形の線路上を動く台車に搭載され、高い精度で目標の方向に電波を送信できる。このシステムの利用可能範囲は、受信する航空機の飛行高度によるが、六千mの高度を飛行している場合には、送信アンテナから四三〇km離れた位置でも電波を受信できる。コース誘導用の電波ビームは、誘導ビームを構成する二本のビームが重なって連続信号が聞こえる部分の幅は1/3度と狭く、送信機から二九〇km離れた位置での幅は、計算上は一・六km（二マイル）程度である。

一九三九年末までに、ドイツ空軍は英国本土と西ヨーロッパを爆撃するために、「クニッケバイン」の送信設備を三か所に建設した。オランダとの国境に近いクレーヴェ、シュレースヴィヒ・ホルシュタイン州のシュトルベルク、ドイツの南西端のレラッハの三か所である。

一九三九年の後半には、第一〇〇航空通信大隊は、第一〇〇爆撃飛行大隊（KGr100）と改称され、X装置を装備したハインケルHe111爆撃機が二五機配備された。ノルウェーとフランスに対する侵攻作戦では、この部隊はその夜間精密爆撃能力は使用せず、通常の目視照準による昼間爆撃を行なった。しかし、一九四〇年六月の連合国軍のダンケルクからの撤退後は、ドイツ空軍の通信部隊は英国本土に対する夜間爆撃の準備のため、「クニッケバイン」やX装置用の送信局を、オランダや北フランスに設置する工事を始めた。

* * *

一九四〇年の春までは、英空軍はドイツ空軍の夜間爆撃が大きな脅威になるとは考えていなかった。一般的には、夜間の暗闇の中では、防空部隊は敵の爆撃機を発見できないが、爆撃機も爆撃目標を発見できないと思われていた。物理学者のR・V・ジョーンズ博士は、英国空軍省情報部の科学技術情報班長に数ヵ月前に任命されていて、軍事技術に関する情報の収集、分析を担当していた。^{訳注3}彼の主な任務は、ドイツで行われている科学的研究や技術的研究の成果が、空軍の戦闘にどのように影響するかを調査し、推定する事だった。彼の所には様々な情報源から、ドイツ空軍が夜間や悪天候の時でも、爆撃機を目標に正確に誘導できる無線誘導システムを保有しているか、又は間もなく保有する事になりそうだとの情報が入ってきていた。

一九四〇年三月、一機のHe111爆撃機が英国本土内で撃墜された。調査チームはその残骸で一枚のメモを発見したが、そこには次の内容が書かれていた。

航法支援設備：無線標識局はプランAの局が利用できる。それに加えて、〇六時〇〇分以降は、無線標識「デユ

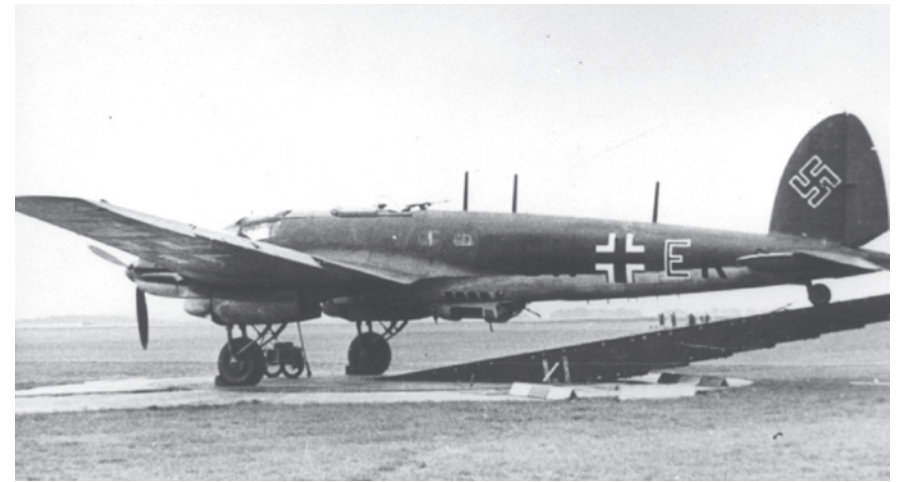
こうした断片的な情報から、ジョーンズは「クニッケバイン」と、それに「少し似ている」X装置は、ある種の指向性の電波を使用していると推測した。ドイツ人搭乗員のメモの「三一五度の方向」は、ドイツの北西部の海岸から見た、スコットランドの北のオークニー諸島にある、英海軍のスカパ・フロー停泊地の方向の事だろうと推測した。スカパ・フロー停泊地方面では、ドイツ空軍の爆撃機の活動が盛んになっていた。ドイツ軍捕虜の供述で信じられなかったのは、ドイツからロンドンまでの距離は四五〇km以上あるのに、電波ビームの幅がロンドン上空でわずか1kmしかないとの発言だった。実際には捕虜の供述は少し誇張されていて、電波ビームの幅は、二・五km程度が正しい。その頃、ブレッチリー・パークに設置された政府暗号学校は、エニグマ暗号機を用いて高度に暗号化されたドイツ軍の無線通信を、部分的にはあるが解読する事に成功して、解読結果を関係部門に提供し始めていた。六月五日に受信されたエニグマ暗号通信は、四日後に「クレイヴェのクニッケバイン局の電波を、北緯五三度二一分、西経一度の地点で受信した」と解読された。

「ンヘン」も利用可能。日没後は航空灯台が利用できる。○六時〇〇分以降は、「クニッケバイン」の無線局が三一五度の方向へ電波を送信する。

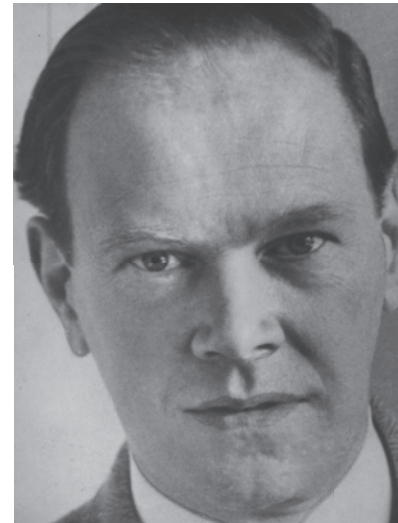
その頃、ドイツ人捕虜が英国で尋問を受けて、すでに知っていると思って、「クニッケバイン」はX装置に類似したシステムだと供述した。捕虜は、ドイツから送信される電波ビームの幅は非常に狭いので、ロンドン上空でもビームの幅は1km以下だと話した（捕虜は電波ビームの幅を実際より狭く言ったが、ジョーンズにはそれを確認する手段がなかった）。

それから二ヵ月後、別のHe 111爆撃機の残骸から、ドイツ人搭乗員の日記が発見された。三月五日の欄には、次の注目すべき内容が記載されていた。

飛行中隊の三分の二が非番だった。午後、「クニッケバイン」や折り畳み型の救命ボートなどについて説明を受けた。



磁気コンパスの自差修正作業中の、第100爆撃飛行大隊のHe111爆撃機。胴体後部にX装置用のアンテナが追加されている。



R. V. ジョーンズ博士は、ドイツ空軍が英国本土を爆撃した際に使用した、爆撃機誘導用の電波ビームの正体を明らかにするのに大きな役割を果たした。



X装置用送信局