創造プラン」を通じ、 リアン社)」に更新されました。 (バリアン メディカル システムズ、以下バ

改修工事に若干 かされました。

時間が必要だった以外は、

「Halcyon」への更新期間の短さには驚

壁の補強など、

治療室の

リアン社)」とは別のリニアックは、既にしたが、15年に導入した「TrueBeam(バ 射線治療装置でIMRTを実施してきま

ました。

従来はビー

ムの調整等を含め

と非常に短期間での装置更新が実現でき 装置の設置から稼働開始まで3週間程度

早くても2~3ヵ月程度かかっていたこと

教授近畿大学医学部放射線腫瘍学部門

## 西村恭昌氏に聞く まず、放射線治療科の地域でのプレ

ゼンス、概要からお聞かせください

## 容のレベルも高く、 部門として、地域での位置づけは極めて 大きいと言えるでしょう。 における基幹医療機関の放射線治療実施 当院の 当然、 大阪エリァ

精度放射線治療を実施しているほか、子肺がんなどに対しては定位照射などの高 強度変調放射線治療(IMRT)、 頸部腫瘍、 る高度な放射線治療を提供しています。 その診療内容の一部を紹介すると、頭 脳腫瘍や前立腺がんなどには 粒子線を除くあらゆ 孤立性 治療内

宮がんに対する 192-Ir 高線量率腔内照射 人密封小線源治療も実施しています。 あるいは前立腺がんに対する 125-I 永久挿 また、 臨床だけでなく、 年間で750人を数えます。 放射線腫瘍学

び医学物理士の大学院教育・研究を推進 択事業「7大学連携先端的がん教育基盤 していることも特徴と言えるでしょう。 人材育成の一環として、 放射線腫瘍医およ 文部科学省採

## 放射線治療装置を新型の「Halcyon

2000年頃より2台の放

I M R T ト照射用の壁厚しかなく、「TrueBeam」 あったことから、床面積が狭い上にコバル バルト照射を行う かせください 「Halcyon」を導入することにしたのです 広がっていく中で、この点についても適用 Tの件数は、放射線治療全体の20%程度間が必要でした。そのため当院のIMR とからIMRTを実施するにも時間と手 従来装置が置かれていた部屋は、元々コ 新たにバリアン社の新型リニアック **「Halcyon」を選ばれた理由をお聞** 課題となっていました。 の適用がすい臓がんや肺がんに を推進すべきと考 加えて、

そのサイズのコンパクトさに加え、I、とが求められたのです。「Halcyon」 とが不可能でした。さらに、新しいリニアッのようなサイズのリニアックを導入するこ だったのです Tを効率よく実施できる機能を多数搭載 40%以上にするという目標がありましたの ク導入によって当院のIMRTの比率を しており、まさに当院の要件に叶うもの 新装置にはIMRTを効率よく行うこ ための放射線治療室で

稼働後の評価をお聞か

[Halcyon]

射線治療の現場では、 運が高まっているところです。 「Halcyon」によるIMRT ィかつ簡便に実施できることから、

ほとんど変わっておらず、超過勤務増と増えたにも関わらず、現場の労働負荷は 使用しています。1日の照射件数は「TrueBeam」は通常照射や定位照射等で のほとんどに使用しており、 きています。 ができるのです。 「Halcyon」が約30件、「TrueBeam」は約 った変化は出ていません。 「Halcyon」はIMRT対象患者 40~50%程度に増やすことがで 一方で、 も実施していこうという機場では、頭頸部や前立腺以 IMRTの件数が IMRTの件数 もう

科の展望をお聞かせください できる装置であると高く評価しています。フォーマンスに優れており、臨床に貢献 フォーマンスに優れて、く順調に稼働し続けて 病院移転を含め、 今後の放射線治療 コスト

分を切る程度の時間で治療を終えること従来は10分前後かかっていたものが、7

が治療室に入室してから退出するまで、るスループットもすばらしいです。患者また、「Halcyon」の放射線治療におけ

患者

ころありませんが、将来を考えて用地は装置については、導入する予定は今のと 確保しています スペースを確保しています。おり、放射線治療科としては 移転先の 放射線治療科としては3室 病院設計図面は出来上 粒子線治療 一の治 一がって

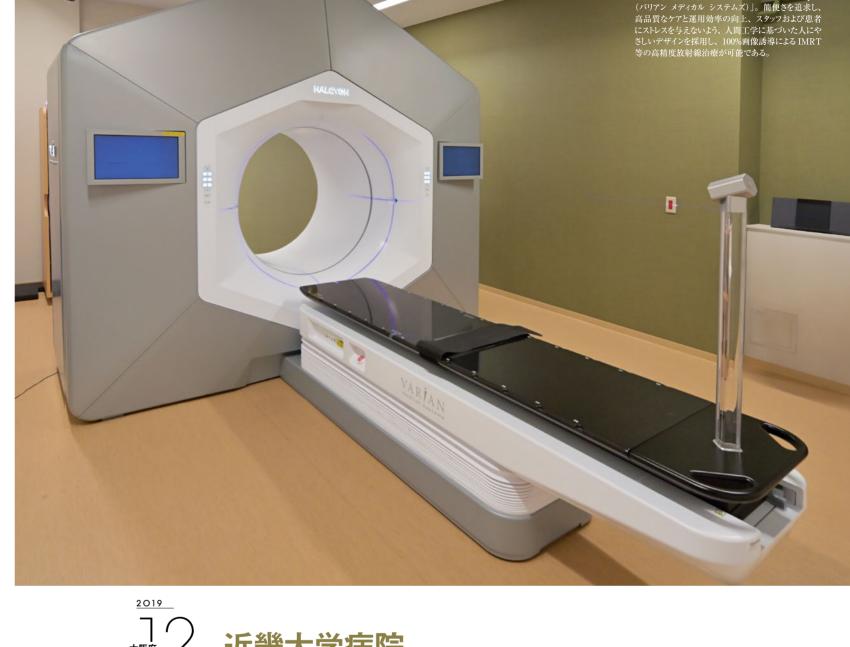
療計画を修正しながら照射するようにな 論されていましたが、 る日がまもなくやってくるでしょう。 を用い治療計画を立ててビー テムの発展ぶりは目覚ましく、 なる患者増につなげて を有する放射線治療装置を導入し、 るリアルタイム適応放射線治療などが議 されたASTRO(米国放射線腫瘍学会) 近年の放射線治療に関する機器・シス 治療当日のリニアック上での画像 なスペシャルな機能 リアルタイムに治 ムを照射す 先日開催 さら



## 西村恭昌 (にしむら・やすまさ)氏

年から京都市立病院放射線科、1985年から京大大学 院医学研究科、1989年同大医学部放射線科講師·助 教授などを経て、1998年から近畿大医学部放射線医 学教室主任教授、2005年同大放射線腫瘍学部門主任 教授、2009年同大医学部附属病院がんセンター長。

(9) 新 医 療 2019年12月号



## 近畿大学病院

Cover Story

## 速い上に、小型、軽量、安全、高精度一 新発想のIMRT特化型リニアックを導入し、 放射線治療の臨床的・経営的価値を高める

大阪府の南方に位置する近畿大学病院においては、年間の新入院患者2万人の内、約3割ががん患者であるという。 当然、がん治療に注力していることは自明であるが、高度な放射線治療を行う有力施設であることでも知られている。 放射線治療科では、強度変調放射線治療 (IMRT) の黎明期 2000 年から同治療を開始するなど、その進取性はつとに有名である。 2019年4月には、IMRT特化型の新型リニアック [Halcyon(ハルシオン)] を導入して、現在、大きな成果を出している。 同装置導入の経緯とその有用性について、本邦の放射線治療の碩学たる西村恭昌教授ら、キーパーソンの方々に聞いた。

# スループット性や機能の高さを活用してIMRT件数増につなげる新型の高精度放射線治療対応リニアック/システムを導入して

放射線腫瘍学部門 准教授近畿大学大学院医学研究科 氏に聞く





門前 一 (もんぜん・はじめ)氏 1991 年岐阜医療技術短期大学 放射線技術科卒。2004年鈴鹿 医療科学大学院にて保健衛生学 博士号取得。1991年大津赤十 字病院放射線科部勤務、2001年 ミネソタ大学留学を経て 2011 年 京都大学大学院医学研究科 放 射線腫瘍学・画像応用治療学 特 定准教授、2014年より現職。

リニアック 「Halcyon.

の有用性について、門前氏は、つぎのよう 放射線治療を実施している。「Halcyon」 と2台の装置を中心とした 月に放射線治療装置「Halcyon」を導入し、 前出のとおり、 同院では20 年

チャ

O

リニアックを操作する際、スト

や点滴を挟み込まないように、

治療実施者は、

一般的なCア

ム形状

レスや負担が軽減したと聞いています。

好評を得ています」程度で済みますし

から圧迫感が少な

静か

な

てから退出まで約7分と従来装置の半分

[Halcyon]

装置の影

で、形

まく活用して行っており、時間外での勤お、これらの作業は昼休みの時間等をう負荷がかからないようにしています。なに偏りがないよう、また必要以上の労働 画の作成に取り組むような体制を敷いて技師がペアになって装置のQCや治療計で当部門では、医学物理士と診療放射線 装置の います。 通しておく必要があると考えます。 相当レベルの医学物理に関する知識に精 診療放射線技師に関しては、 務になることはありません。 徴に挙げられます。 知識のレベルアップを図っていることが特 QA やQ C 等 このことにより、 部門全体での医学物理に関す つぎの 放射線治療に携わる の業務もあるので、 スタッフの能力 放射線治療 そこ

がら、 学物理士も患者のカルテ内容を把握し技師は治療計画の内容を十分理解し、 ることも特徴に挙げられるでしょう」 カンファ 質の高い放射線治療を実施して レンスも活発で、 診療放 対線 医 な

に話す

とてもよく、現場スタッフと患者さんのスの負担増を招きがちです。しかし、新しの負担増を招きがちです。しかし、新しい装置の『Halcyon』はスループット性がが多い上に治療そのものにも時間がかかが多い上に治療計画立案やQA等、作業

抱えずに装置を扱うことがでうな心配をする必要がなく、

ストレスを

スト

な心配をする必要がなく

ング型の形状であることから、そのよ

占も同装置の大きな特徴である。

本当に助かっています

患者側からは、

治療室に入室し

近畿大学大学院医学研究科放射線腫瘍

## I MRT RTの件数増を実現の特性を生かした運用で

これは治療時だけでなく、QAを行う際ムとの位置関係には非常に気を遣います。

ない中で、『TrueBeam』よりも優れた線「6MVのFFFビームのみしか照射でき

[TrueBeam]

じていたと門前氏は話す

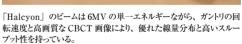
導入当初は医学物理士として不安も感

量分布を実現することが可能なの

か不安

 $\llbracket Halcyon 
floor$ 





転速度と高画質な CBCT 画像により、優れた線量分布と高いスルー プット性を持っている。

「Halcyon」本体に設けられたタッチパネル型の操作用モニタ。治療

の際、照射を受ける患者の氏名が表示され、患者自身による本人確

認を実施するなど、医療安全面に配慮した機能を多数搭載している

「Halcyon」のボア径は 100 cmと 広く、患者への圧迫感を軽減。点 滴やストレッチャー等が治療の際に 装置と干渉しあうこともなく、ストレ スのない治療環境を実現。

学に関する教員2名を擁している。このえから、放射線腫瘍学に加え、医学物理には物理士の知識と経験が必要」との考 射線治療の業務に当たっている。 他に診療放射線技師と兼務す 士が所属。「放射線治療の精度を担保する 学部門には9名の医師と2名の医学物理 放射線腫瘍学に加え、医生士の知識と経験が必要」 准教授の門前 同部門をリ 計7名の医学物理士が放 する放射線 る医学物理 医学物

士が5名おり、

腫瘍学部門

がで: することで、. フコリメー 従来のCア 良質な線量分布を得ること ム型リニアック

でしたが、『Halcyon』は2段式マルチ

リの回転速度は従来型リニアックの4倍『Halcyon』はこの制約を受けずにガントせるのに1分の時間が必要でしたが、 法規制によってガン を 1 回転さ たが、



「Halcyon」の線量分布図で、Aは頭頸部腫瘍、Bは前立腺がんに対する もの。他のリニアックと同等以上の線量分布を得ることができ、さらにガントリ の回転速度を生かした短時間での照射が可能である。

「Halcyon」線量分布

kV-CBCT 撮影により、100%画像誘導による高精度放射線治療を実現。逐

次近似再構成法を活用した「i-CBCT」撮影によってコントラストが明瞭でノ

イズを抑えた高画質な画像を得ることができ、精度の高い放射線治療が可能

(B)

である。左右画像とも、左側は通常の CBCT、右側が「i-CBCT」画像。

画像提供: バリアン メディカル システムズ

 $\lceil \mathrm{Halcyon} \rfloor$ 同院では、 ゃらに「Halcyon」は、 で、 日に約80件の放射線治 そのうちIMRT で実施して 療

汎用機としての役割 今後はメ ね

も速く、しかも、より思い通りの線量分療にかかる時間は従来型リニアックより ゆえに、 布を得ることができます 3 7 ク以上の照射を行っても治

置であると言えます 可能であり、 照射野も28mあるので、 少々慣れるまでの時間は必要です きれいな照射野をつくることが。28㎝あるので、頭頸部でも前立 臨床的にも有用性の高い が

経営的にも大きく貢献短期間での設置が可能

は『Halcyon』を使用しています。IMR『TureBeam』で50件をこえるなどの際にしていますが、通常照射の治療件数が当院でのIMRTは『Halcyon』に集中当院でのIMRTは『Halcyon』に集中 В る。 を は『Halcyon』を使用しています。 [TureBeam]して 装置が持つ Dynamic Beam Flattening (D にも活用可能だと門前氏は話す。 的な照射等を「TrueBeam」 を実施しており、 射も可能な装置です。 には乳房の温存照射、 Tが得意な装置ではあります 「一般に『Halcyon』は〝IMRT専用 技術により、通常照射も可能です。 ジが持たれていますが、 残りの通常照射や緩和 IMRT以外 30 件 同

連携して、 ような装置にしていきたいです 全脳照射や全身照 が日本の医 機能的

療環境に適したリニアックであることを なお、

確認する時間が短かくて済んだ点も、

しろ評価を高めたと言えるの

っではないで

確保する 装置自体のシールドが強固であることかいます。しかし、『Halcyon』であれば、関して制約が多々ある点が課題とされて く、重量も従来装置に比べ大幅に軽いのら治療室の改修工事もそれほど必要でな 「日本の医療機関では、 yるのが難しいなど、放射線 経営的に装置の更新時間を スペ 放射線治療に スの狭

す。実際、 でデータいては、 ては、 治療開始までの期間が数週間程度で済むンビームデータを活用すれば、設置から 度は非常に高かったです 驚かされました。なお、ビームデータにつ はビームを調整するエンジニアの姿を見て れば、導入は可能です で、CT検査室ほどのスペー また、 実際、今回の『Halcyon』導入に際し 設置に2日しか要せず、 タの正確性を検証しましたが、 当院は大学病院でもあります データを活用すれば、設置バリアン社が提供するゴー 病院運営的にも大変効率的で ね。 スと環境であ 設置から 日 一後に 精

働までの期間が1、2日程度伸びるだけで『Halcyon』は、これを行ったとしても稼を要することはありますが、しかし、証は重要です。これは確かに時間と労力 機械の特性等をスタッフが把握す 度管理等へのコミッショニングやア 大きな影響はあり などのプロセスはパスすべきでないとコ管理等へのコミッショニングやアクセプ 米国医学物理学会等でも、 このようなビー しており、 ビー ませんでした。 ムデ ムの精度、 夕の取得と検 ビ 安全性、 る上で ムの精 (11) 新医療 2019年12月号

## カーとの共同研究を推進す、ルタイムな放射線治療目指 る

望につ が必要になるでしょう。 位置合わせを都度行っていますが、このしません。もちろん、CBCT等によって 置に患者を寝かせ続けられる機能は存在 ントで放射線を照射する能力をリニアッ 進んだと言 ような課題を解決するための新しい技術 クは有しているものの、カウチ上の同じ位 「放射線治療はデジタル化・高性能化が 放射線治療の技術的な課題と今後の展 ログ的な課題が多いのも事実です。 現在5㎜の大きさのがんにピンポイ われていますが、 門前氏はつぎのように話す まだまだア 例

と考えて る『Halcyon』を活用できるのではない 線治療については、 なお、 最近話題になっている適応放射 います スループ ッ 優 か

を実施、 ます。 いでしょうか」が実現できる日はそう遠くない 10分とかからずに治療できるようになり して治療計画を作成もしくは修正すれば、 重や体型に変化が見られた際、新しいソフトを用いれば、患者 はCBCTを15秒で撮影できますので、 るスクリプ 計画を学習させて、 してはワンボタンで治療計画を作成でき 現在、 「RapidPlan」に当院で作成した治療 より精度が高い個別化放射線治療 当日中に自動でコンツー ナレッジベー トを研究中です。 一般的なI ス治療計画作成ソ 患者さんの体 [Halcyon] M R T に 関 C T 撮 影 -リング

## 簡便なQA・QC機能によるスタッフの労働負荷低減を実現高い操作性とスループット性で治療件数増を達成しながら-近畿大学病院

技術部長近畿大学病院中央放射線部

## 奥村雅彦氏に聞く



「狭小なスペースでも搬入 でき、更新に関するダウン タイムも短いですし、IMRT を効率よく件数を増やせる など、病院経営・運営面 での有用性が高い」と評 価する奥村雅彦氏。

射線治療部門には9名を配置している。 射線技師56名が所属。 近畿大学病院 核医学部門に8名 | 画像診断部門に39 放射線部には診療放 そして放



どうしても長期におよぶ実務経験が必要ある専門技師の資格認定を受けるには、

特に放射線治療専門放射線技師の

置を合わせるためのCBC 高く評価する。 「期待以上の性能を持つ装置ですね。 が最短16秒 位

名



ションを除いて、基本的には部署を固定

したスタッフ運用を行っています。

10 以 上

高めるため、

新人スタッフによるローテ

診療放射線技師の専門性を

「当院では、

同部の概要についてつぎのように話す 中央放射線部 技術部長の奥村雅彦氏は、

の高いスキルを身に着けてもらうようにが必要なので、それぞれの部署で専門性認定を受けるには、5年以上の実務実績

CTが1ヵ月で4200件、 しています」 ティを多数保有しており、 同部には診断用のCT ŏ 大学病院にふさわしい高性能モダ 0件など、 C T 膨大な検査を実施して が 1 M R I 検査件数も RIが4台 に核医学部 M R I

が高く、

画像も高画質です。

逐次近似

特再

・プット

性

で撮影できるなど装置のスル

構成法を用いたi

- CBCT画像は、

など、

## 装置の特性を生かした運用で M R T 件数増を実現

療装置に干渉することもないので、

治

線量を抑えることに役立ちます。

ボア径も

00㎝と広く、

点滴等が治

に臓器のコントラストが明瞭なので、

照射

する側にとっても安心して治療できます。

治療計画システ

[Eclipse]

る。

同装置による治療を主に担当 月に放射線治療装置「Halcyon」を導 同院では、 技術主任の松本賢治氏は同装置を 前出のとおり20 する中央放

は、

医療器具の干渉を予測する機能も備

干渉の危険性が検知された

わっており、



「100 cmの大型ボアは治療を受ける患者さ んに安心感を与えますし、患者参加型の 安全対策機構など、医療安全に重きを置 いた装置です」と安全面での機能を高く評 価する南部秀和氏。

価している。 れますので、医療安全面でも非常に優れ場合は、その治療計画を自動で止めてく 科長を務める南部秀和氏も、 に入念に配慮がなされた同装置を高く評 た装置であると言えます 中央放射線部で放射線治療部門の技術 医療安全面

を患者自身が行える点は、患者参加型の象の患者名が表示されることで患者確認装置上のタッチパネル型モニタに治療対 ア径が広いことから閉所恐怖症の患者さ のではないかということでした。 んらも安心して放射線治療が受けられる 「私が『Halcyon』 を見た第一印象は、 また、 同 ボ

せてからの操作はCT 「患者さんを寝台に載

と概念的に同じで

つ

てあ

近畿大学病院

所在地:大阪府大阪狭山市 大野東 377-2 病床数:929床 病院長:東田有智 職員数:3192人



2015 年から稼働中のリニアック「TrueBeam (バリアン社)」。 コンベンショ ナルな照射を中心に1日約50件の治療を実施。「Halcyon」で対応困難

な症例でも照射が可能なオールラウンド性を発揮。

便になったと話す。本氏は従来装置よりな

簡

度管理についても、 やQAなどの装置の

松精

1975 (昭和 50) 年に開設された近畿大 学病院は、南大阪エリア唯一の大学病 院として地域医療に貢献してきた。 1982年に開設した救命救急センターを はじめ、2007年には集学的治療を有効 に行うがんセンター、2013年には循環 器内科と心臓血管外科を一体化した心 臓血管センターを設置。2016年にはハ イブリッド手術室を含めて手術室を17 室に増床し、また、手術支援用ロボット も導入するなど、大学病院として先進的 かつ質の高い医療を提供し続けている。 開設以来 40 年以上が経過して施設の老 朽化等の課題も抱えており、2023年に は同大医学部と病院を堺市に新築移転 する計画が進められている。



違えようがありません。 さなければならないボタンもコンソール上では、必要 必要な操作 が光るので間なな操作順に押

組めました」

同院では現在、

[Halcyon]

で

自 約 30

いことと、ノンコプラナー照付ドを買う野が28㎝と『TrueBeam』に比べて若干野が28㎝と『TrueBeam』に比べて若干

ンコプラナー照射が装置の特

広い

い範囲への照射や、上できませんので、

上で

する頭部の定位照射な斜めからビームを照射

チ

と考えています」

治療を行って

 $\llbracket \mathsf{TrueBeam} 
rbracket$ 

で

「Halcyon」の操作性

『Eclipse』を共用できるので便利です

治療計画装置は『TrueBeam』

と同じ

経済的です。

一方で、『Halcyon』

は照射

0)

IMRTを実施している。

同装置の

 $\mathcal{O}$ 

VARIAN

分な研修を行う

おかげで安心して装置の運用に取り研修を行う必要があるのは自明です

とは全く異なる装置なので、 た点は有難かったですね。

ーニングセンターで研修させてもら

従来型の装置

とから、

IMRTの適用が広げられるの

よってOARの線量低減を実現できるこ

回に分けて実施しています。

呼吸停止に

稼働前に十

ではないでしょうか。

松本主任とも

名を米国

うの

価している

バリアン社による充実い点を憂慮していたが、

リアン社による充実した支援体制を評

半周できるので、

『Halcyon』は回転速度が速く、

15秒で

は息止めを4回、

180度のVMATを4 肝臓がんなどの治療で 米国での研修等、

くないことから装置に関する情報が少な奥村氏は、まだ国内でも導入事例が多

を行っているところです。ついては、Ⅲ期のものに

Ⅲ期のものにも積極的に治療

用を増やしています。

中で

肺がんに

ヒューマンエラー防ぐ仕組み構築精度管理と安全対策をシステム

ム化

が、

肝臓が

す

い臓がん、

肺がんの適

ほとんどは頭頸部腫瘍と前立腺がんです

 $\lceil \llbracket \operatorname{Halcyon} 
rbracket$ 

で実施して

いるエ

M R T

置であると感心しました」

医療安全という観点から大変進歩的な装

稼働状況について、

松本氏はつぎのよう

バリアン独自のマシンパフォーマン照射野もないので最初は戸惑います の精度管理も容易です。 エック機能がついていることから、 イソセンター QAでは、一般的なリニアックと違って -を示す しかも、 がなく、 この が、 光 ス

> 的です。 便になる点は有難いですが、アナログ的「精度管理がデジタル技術を生かして簡 従来装置に比べかなりかなくなります。安全 感じています」 Fault の2段階があり、Fault ではサ に精度が変わっているのかを、 理に関するデ き出されたデ な観点からは、精度管理システムから導 精度管理について、 スマンを呼ばない限り機械的に装置が動 あり得ません。このシステム上で精度管 ステム化されているので、チェック漏れ と装置での治療ができなくなるように 一方で、奥村氏は装置とシステムに頼る パフォ ッフが容易に確認できる点も画期 ーマンスチェックを実施しない レランスとして Warning と タが本当に正しい 夕が積算され、 安全管理に関して つぎのように話す 微底さ が、 れて 放射線治 どのよう かどう V) ると

に頼らず、 線技師にはない 認できるQA手法を開発する必要が かを確認する術が私たち現場の診療放射 ユーザ ので、 側でも独自に安全確 今後は あ

(13) 新医療 2019年12月号

置です」と語る松本賢治氏。

「スループットが速く、治療時の操作や QA

等の作業も簡便ですし、CBCT 画像も高

画質で照射線量を抑えられるなど、

『Halcyon』は期待以上の性能を持つ装