

多彩な衛星コミュニケーションを実現する  
高速化対応衛星移動通信サービス「ワイドスターII」特集

## ワイドスターII 衛星移動端末の開発

1996年から運用してきた国内衛星移動通信サービス「ワイドスター」の無線設備更改と高速化要望に伴い、2010年4月に開始した「ワイドスターII」サービス用の移動端末を開発した。今回開発した可搬型と船舶車載型の移動端末では、通信速度の高速化が実現可能となった。また、操作が容易なユーザインタフェースやパケット通信によるG3FAXサービスが利用可能となり、ユーザの利便性向上を図った。

### 1. まえがき

1996年にSバンドを用いて開始した国内衛星移動通信ワイドスターサービス[1]は、2000年には衛星パケット通信サービス[2]を開始し、2003年にはワイドスター・デュオ[3]が発売された。今回、ワイドスターサービスの無線設備更改に伴い、新たにワイドスターIIサービスの移動端末を開発した。

本稿では、2010年4月に開始したワイドスターIIサービスの可搬型、船舶車載型移動端末の仕様、接続構成および機能概要を述べる。また、今回開発した移動端末に採用している音声通信における呼制御方式、高速データ通信、FAXサービスなどの主な特長および可搬型移動端末、船舶車載型移動端末に固有の特長につ

いて解説する。

### 2. ワイドスターII 衛星移動端末

#### 2.1 移動端末の概要

移動端末は、山間部や災害現場な

どに持ち運びができ、半固定的な利用を想定した可搬移動端末と、船舶または自動車で移動しながら利用することを想定した船舶車載移動端末の2種類を開発した。

移動端末の外観を写真1に、仕様

プロダクト部

きば よしひと  
季羽 美仁

くぼ ともひろ  
久保 朋宏

あいだ ひろみ  
相田 浩伺

こばやし しげこ  
小林 茂子

にほんぎ としゆき  
二本木 利之

にった かずまさ  
新田 和正



† 現在、ネットワーク部

を表1、表2に示す。

周波数帯は、ワイドスターサービスと同じく、降雨減衰など天候の変化の影響を受けにくい2.6/2.5GHz帯が利用される。また、周波数帯、最大送信電力、変復調方式や無線接続のプロトコルなどは、ワイドスターサービスと同等または拡張されたものであり、外部アンテナなど、ワイドスターサービスの付属品を継続して使用できる。

音声/データ通信時の接続例を図1に、FAX利用時の接続例を図2に示す。可搬移動端末と船舶車載移動端末は共に、音声通話時にハンドセットを接続する10芯インタフェースと、データ通信時にPCなどを接続するRJ-45インタフェースをもっている。また、FAXアダプタはG3FAX通信以外にもルータの機能を搭載しているため、LANを簡単に構成することができ、FAXアダプタ配下に複数のPCを接続することも可能である。

## 2.2 移動端末の主な特長

### (1) 衛星（基地局）の選択処理

ワイドスターIIサービスは、2つの衛星N-STAR c/dと、それぞれに対応する2つの基地局があり、移動端末は、いずれかの衛星、基地局を優先して運用する。片方の衛星（基

地局）に移動端末が偏らないようにするため、移動端末は2つの衛星（基地局）に均等に振り分ける独自の分散アルゴリズムを有しており、2つの衛星（基地局）に接続する移動端末数が平均化され、衛星および基地局の処理負荷を平準化している。

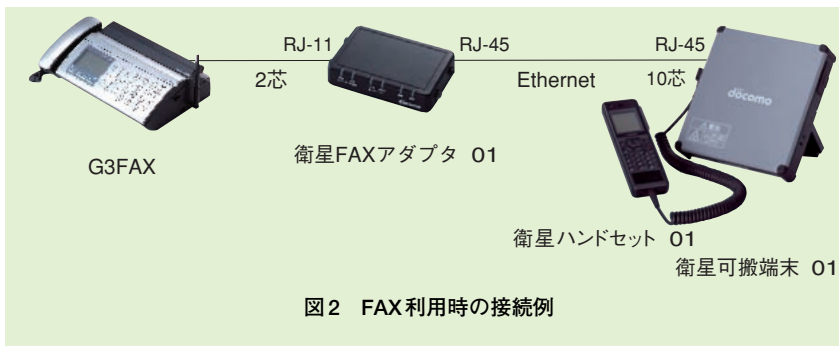
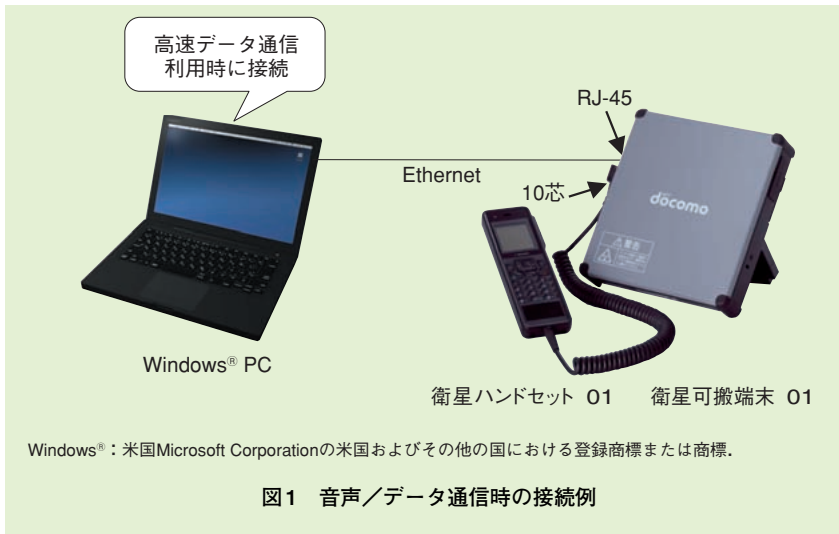
表1 衛星可搬端末 O1 の仕様

	ワイドスターII 衛星可搬端末 O1	従来機種
		ワイドスター・デュオ
周波数帯	送信周波数：2,660～2,690MHz 受信周波数：2,505～2,535MHz	
最大送信電力	2.0W	
変復調方式	上り/下り： $\pi/4$ シフトQPSK	
パケット伝送速度	ベストエフォート型：上り最大144kbit/s/ 下り最大384kbit/s 速度保証型：上り/下り64kbit/s	上り最大4.8kbit/s/ 下り最大64kbit/s
音声符号化方式	G.729a (8kbit/s)	PSI-CELP (5.6kbit/s)
寸法	約180×約39×約196mm	約180×約42.8×約200mm
重量	約1.3 kg (電池バック含む)	約1.7kg (電池バック含む)
電池バック使用時の 連続通話時間	約2.2時間	約2時間
電池バック使用時の 連続待受け時間	約26時間	約20時間

PSI-CELP：Pitch Synchronous Innovation Code Excited Linear Prediction  
QPSK：Quadrature Phase Shift Keying

表2 衛星船舶・車載端末 O1 の仕様

	ワイドスターII 衛星船舶・車載端末 O1	従来機種		
		ワイドスター・マリンホン	ワイドスター・デュオ (車載型)	
周波数帯	送信周波数：2,660～2,690MHz 受信周波数：2,505～2,535MHz			
最大送信電力	2.0W			
変復調方式	上り/下り： $\pi/4$ シフトQPSK			
パケット伝送速度	ベストエフォート型：上り最大144kbit/s/ 下り最大384kbit/s 速度保証型：上り/下り64kbit/s	上り最大4.8kbit/s/下り最大64kbit/s		
音声符号化方式	G.729a (8kbit/s)	PSI-CELP (5.6kbit/s)		
寸法	移動端末	約180×約39×約196mm	約150×約70×約250mm	約222×約65×約211mm
	アンテナ	約300φ×約145mm	約300φ×約150mm	約260φ×約47mm
重量	移動端末	約2.5kg	約3kg	約4.8kg
	アンテナ	約4.0kg	約5kg	約2.5kg



また、衛星（基地局）がサントランジット現象<sup>\*1</sup>や故障などで一時的に利用できない場合、移動端末は自立的に優先でない衛星（基地局）に接続することで、継続してサービスを利用できる。

(2) SIP (Session Initiation Protocol)<sup>\*2</sup>を用いた音声通信

音声通信はビタビ復号<sup>\*3</sup>とキャリア再生とを同時に実施する適応ビタビ復号・復調により、C/N = 5dB (C/Nは搬送波対雑音電力比)において誤り率は10<sup>-4</sup>以下を実現した。

①呼制御方式

ワイドスターIIサービスでは、

ネットワークがAll-IP化されているため、移動端末の呼制御方式として、IPとの親和性の高いRFC3261に準拠した呼制御プロトコル (SIP) 方式を採用した。

SIPでは呼制御信号がテキストベースであるため、バイナリベースの場合と比較してメッセージサイズが10倍に増加してしまうという問題がある。衛星通信は衛星の電力を有効に利用するために、制御回線の容量が小さく設計されており、かつRTD (Round Trip Delay) が大きいため、メッセージサイズの増加が呼接続を遅延さ

せてしまうことになる。この対策として、ワイドスターIIサービスでは、移動端末と基地局とを結ぶ衛星区間のみ独自の圧縮方式を採用し、SIPメッセージ量を通常の約1/5のサイズに低減し、短時間での呼接続を実現している。

②音声優先機能

ワイドスターIIサービスでは、音声通信、データ通信、G3FAX通信が提供されているが、緊急時には主に音声通信が利用されることが想定される。そのため移動端末では、データ通信またはG3FAX通信が行われているときに、重要な音声通信の発着信ができるように、音声優先機能を備えている。音声優先機能は、呼制御の処理の変更およびハンドセットの表示を工夫することなどにより、例えば、データ通信中やG3FAX通信中においても、音声着信はユーザに通知され、ユーザの意思で音声通信への切替えが可能である。

(3)高速データ通信機能

パケット通信では理論限界に近いTurbo符号化方式<sup>\*4</sup>を適用し、C/N = 5dBにおいて誤り率は10<sup>-6</sup>以下を実現した。Turbo符号は、回線状態により符号化率を変えることで、無線回線品質の悪い環境でのデータ通信の安定を図ることができ、従来機では上り最大4.8kbit/s、下り最大64kbit/sの速度を、ワイドスターII移動端末では、ベストエフォート型で上り最大144kbit/s、下り最大384kbit/sとし、速度保証型で上り下り共に64kbit/sを実現した。

\*1 サントランジット現象：基地局アンテナが衛星から電波受信する際に、衛星と太陽とが重なって見える衛星食が生じ、太陽雑音を受信することから、通信品質が下がる現象をいう。年2回春と秋に、およそ1週間ずつ発生する。

\*2 SIP：VoIPを用いたIP電話などで利用される、IETF (Internet Engineering Task Force) で策定された通信制御プロトコルの1つ。

\*3 ビタビ復号：受信した信号とその前のビットパターンから、最も確からしい状態遷

移を推定する畳込み符号の復号化の一種。

\*4 Turbo符号化方式：1993年に開発された、シャノンの法則 (ノイズのある伝送路における最大情報伝送量の理論的限界値) で定まる最大転送速度に近い効率の誤り訂正方式。

ベストエフォート型と速度保証型の選択は、ハンドセットもしくはPCから指定できるため、用途に応じてユーザが選択できることも特長となる。

ベストエフォート型では直前の通信における使用パケット量と積算の使用パケット量を、速度保証型では積算通信時間を移動端末本体でカウントし、ユーザの操作でいつでも表示できるようにした。積算のパケット量および積算通信時間を確認することで、ユーザは通信料金の目安を把握できる。

(4) 操作しやすいユーザインタフェース

ハンドセットは可搬移動端末と船舶車載移動端末で共通とした。従来機のハンドセットの場合、機能を選択するにはメニュー番号を入力する必要があったのに対し、今回開発したハンドセットでは、すべての操作および表示はハンドセットのメニュー

一画面から選択でき、メニュー画面の表示に従って、容易に操作可能となった(写真2)。

(5) パケット通信によるG3FAXサービス

ワイドスターⅡにおけるFAXサービス利用イメージを図3に示す。

ユーザがG3FAX機から送信したFAX原稿は、通常のFAX送信と同様に、T.30プロトコルによりFAXアダプタに送られる。FAXアダプタでは、受け取ったFAX原稿の情報をTIFF (Tagged Image File Format) ファイルに変換し、蓄積された後、SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) を用いて、電子メールの添付ファイルとして送信される。FAXアダプタから送信された電子メールは衛星回線を経由した後、NTTコミュニケーションズ株式会社が提供するiFAX<sup>®</sup>\*5サーバに送信される。iFAXサーバで電子メールに添付されたTIFFファイルは元のFAX原稿に戻

され、一般回線を経由して相手先G3FAXへ届けられる。FAX受信時には、FAX情報は受信メールの添付TIFFファイルとしてFAXゲートウェイに蓄積され、そこから移動端末に対してFAXの着信通知が送信される。FAXアダプタは移動端末からFAXの着信通知を受け取ると、



写真2 衛星ハンドセット 01 外観

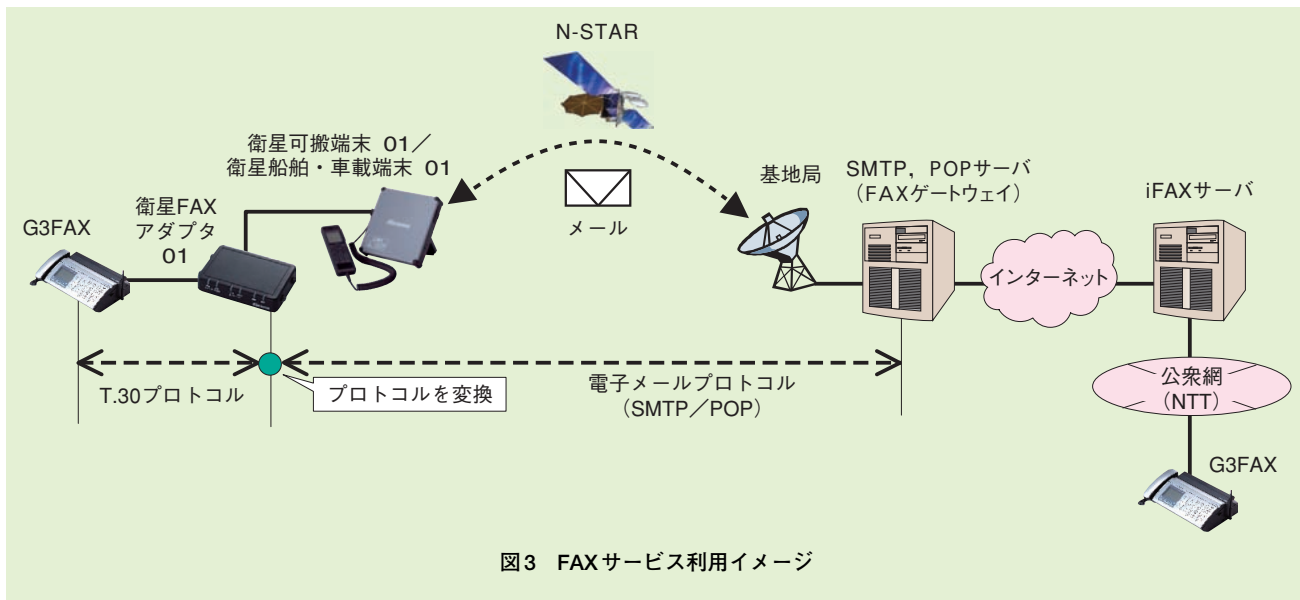


図3 FAXサービス利用イメージ

\*5 iFAX<sup>®</sup>: NTTコミュニケーションズ(株)の登録商標。

POP3 (Post Office Protocol 3) により電子メールとしてFAXゲートウェイから取り出し、FAXアダプタ内に電子メールとして蓄積する。その後、蓄積された電子メールの添付ファイルから元のFAX原稿に戻され、接続されたG3FAXへ排出される。

#### (6)FAXアダプタによるサービス

G3FAXサービスを提供するFAXアダプタにはルータの機能を搭載し、LAN上に接続されるPCからのデータ通信を処理することもできる。またFAXアダプタには、無人局での運用も考慮して、自動発信機能が搭載されている。自動発信機能は、FAXアダプタにあらかじめ自動発信するLAN上のPCのIPアドレスを設定しておくことで、該当PCからのIPデータ発信をトリガにFAXアダプタが自動的に衛星回線へ接続し、FAXを送信できる機能である。これにより、無人局でのテレメトリ<sup>\*6</sup>データ送信などを可能とした。

## 2.3 可搬移動端末の特長

外部電源のない環境で利用でき、容易に持ち運びを可能とする可搬移動端末の特長を示す。

#### (1)小型軽量化

可搬移動端末の高周波回路には、送信ミキサ<sup>\*7</sup>と直交変調器とで局部発振器<sup>\*8</sup>を共有するスライディングIF (Intermediate Frequency) 方式を採用した。受信系には、受信RF周波数<sup>\*9</sup>をイメージリジェクションミキサ<sup>\*10</sup>にてA/Dコンバータで処理可能なIF周波数<sup>\*11</sup>に直接変換する低IF方式を採用した。これら2つの

方式を採用することで、回路規模縮小による実装面積を削減した。また、ワイドスター・デュオではデジタル回路が個別部品で構成されていたのに対し、今回開発した可搬移動端末では、LSI化することで部品点数が削減でき、小型化を実現した。

#### (2)リチウムイオン電池パック

電池パックを利用することで、外部電源が用意できない環境でも可搬移動端末を使用できる。電池パックのセルには、主流となっているリチウムイオン電池<sup>\*12</sup>が採用されている。主な利点としては、ワイドスター・デュオのニッケル水素電池パックと比較して、約185gの軽量化を実現したことである。さらに約1,000mAhに高容量化できたことで、連続通話時間を約2.2時間、連続待受け時間を約26時間とすることができた。

また、急激な自然放電が少ないという特徴を有しているリチウムイオン電池は、ニッケル水素電池に比較して長く電池容量を維持できるため、災害など緊急時に休止状態にあった衛星可搬端末に、安定した電源供給を実現している。

一方、リチウムイオン電池の利用において安全に対し配慮するため、次の対策を電池パックに実施し、安全性を確保している。

- ・過充電保護対策
- ・複数のサーミスタ<sup>\*13</sup>設置による温度異常の正確な検出
- ・絶縁板の設置による内部ショート防止

## 2.4 船舶車載移動端末の特長

船舶車載移動端末は、主に衛星方向への追尾制御を実施する追尾アンテナと、送受信処理を実施する船舶車載移動端末からなる。追尾アンテナは船外(車外)に、船舶車載移動端末は船内(車内)に離して配置されるため、その間を1本の同軸ケーブルで容易に接続できるようにした。

船舶車載移動端末のブロック構成を図4に示す。衛星船舶車載アンテナが衛星の初期捕捉を開始すると、アンテナが回転し、受信レベルの強度が最大となる方向を検出することにより、衛星を捕捉し、移動端末が走行・動揺下にあっても、アンテナ利得<sup>\*14</sup>が最大となるようにアンテナの方向を衛星方向へ追尾制御する。

ワイドスター・デュオの追尾アンテナは、ステップトラック方式<sup>\*15</sup>を採用していたのに対し、今回開発した追尾アンテナは、コニカルスキャン方式を採用している(図5)。コニカルスキャンとは、アンテナビームを円錐状に走査することで、衛星追尾を実行する方式である。コニカルスキャン方式は、ステップトラック方式と比較して、次の点で優れており、通信品質の向上が可能となる。

- ①ステップトラック方式は方位角方向あるいは仰角方向に1軸ごとにスキャンを実施するため、スキャン開始から終了までに時間を要するのに対し、コニカルスキャン方式は方位角および仰角を同時に変化させスキャンするため、スキャン時間を短くで

\*6 テレメトリ：観測する対象から遠隔で測定・観測を行い、観測対象からデータを取得すること。

\*7 送信ミキサ：中間周波数を高周波信号に変換する回路。

\*8 局部発振器：送信信号を高周波信号に変

換するための、ローカル周波数を発振する回路。

\*9 RF周波数：電波を送受信するための高い周波数。

\*10 イメージリジェクションミキサ：高周波信号から中間周波数に変換するときに、

発生する高調波を低減する特長をもつ周波数変換回路。

\*11 IF周波数：高周波信号を復調処理が可能な周波数に変換した周波数。中間周波数ともいう。

きる。

②ステップトラック方式はスキャン時間が長いため、スキャン中の衛星方向の移動を考慮してステップ幅6度としているのに比べ、コニカルスキャン方式は短いスキャン時間で実施が可能のためスキャン幅を2度と小さくできるので、発生する誤差を小さくできる。

また、船舶車載移動端末に追尾専用の受信回路を設けたことにより、追尾処理を受信処理とは独立して実施できるため、初期捕捉の所要時間をワイドスター・デュオ船舶機の約54秒から約15秒に短縮した。

### 3. あとがき

本稿では、ワイドスターⅡサービスの可搬型、船舶車載型移動端末の概要について解説した。今回開発した移動端末では、データ通信の高速化とともに、ハンドセットも使いやすいメニュー構成／表示画面とすることで、ユーザの利便性向上も図った。このため、より多くのニーズに応えられる移動端末として利用されると考える。

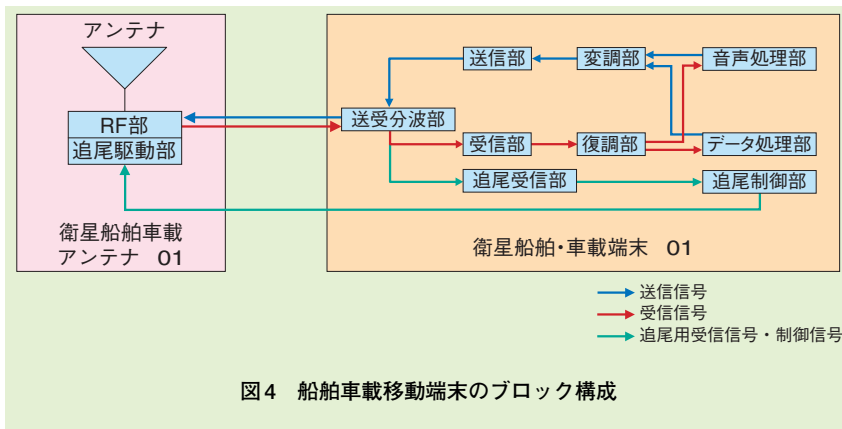


図4 船舶車載移動端末のブロック構成

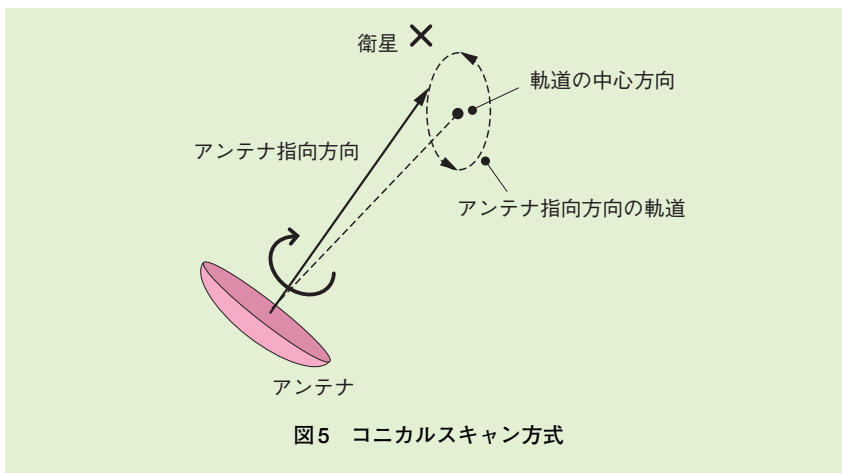


図5 コニカルスキャン方式

今後は、移動端末の小型化、通信速度の向上および低コスト化を実現するための検討を進める予定である。

#### 文献

[1] 上田, ほか: “衛星移動通信システム 特集／5. 移動端末,” 本誌, Vol.4,

No.2, pp.24-28, Jul. 1996.

[2] 小野, ほか: “衛星パケット通信サービス特集／移動機,” 本誌, Vol.8, No.2, pp.27-30, Jul. 2000.

[3] 松岡, ほか: “衛星新端末 ワイドスター・デュオ,” 本誌, Vol.11, No.4, pp.52, Jan. 2004.

\* 12 リチウムイオン電池: 電解質中のリチウムイオンが移動することで、充電や放電を行う2次電池。  
 \* 13 サーミスタ: 温度の変化に伴い、電気抵抗が大きく変化する半導体素子。  
 \* 14 アンテナ利得: 基準アンテナに対する放

射電力の比。  
 \* 15 ステップトラック方式: アンテナの指向方向を一定の時間間隔で微小な角度で階段状に変化させ、駆動前後の受信レベルを判定し、アンテナの指向方向を受信レベルの最大点とする方向に調整する追尾

方式。